

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Liberec 2011 / 2012

Aneta Trunečková

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

Katedra textilních materiálů

Akademický rok: 2011/2012

Katedra: Textilních materiálů
Studijní program: N3106/Textilní inženýrství
Studijní obor: 3106T007/Textilní materiálové inženýrství
Kód: 595
Název diplomové práce:

Vliv dostavy tkaniny na směrovou pevnost a tažnost tkaniny

**Effect of fabric arrives directional fabric strength and
elongation**

Řešitel: Bc. Aneta Trunečková
Vedoucí práce: prof. Ing. Radko Kovář, CSc. podpis
Konzultant: Ing. Iva Mertová

Počet stran: 54
Počet tabulek: 5
Počet obrázků: 29
Počet příloh: 2

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiju-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci, dne

Podpis

Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucímu diplomové práce prof. Ing. Radku Kovářovi, CSc. za cenné rady a odborné vedení diplomové práce, poskytování rad a informačních podkladů.

Dále bych chtěla poděkovat Ing. Ivě Mertové za konzultace a rady při vypracování diplomové práce, vedoucí laboratoře Šárce Řezníčkové za poskytnutí materiálů a přístroje pro realizaci experimentu.

Nemalé poděkování patří i mé rodině a přátelům za pomoc a trpělivost při zpracování diplomové práce a podporu při studiu na vysoké škole.

Anotace:

Téma: Vliv dostavy tkaniny na směrovou pevnost a tažnost tkaniny

Diplomová práce se zabývá měřením mechanických vlastností plošných textilií, především jejich pevností a tažností na trhacím přístroji INSTRON.

První část diplomové práce je zaměřena na teorii. Objasnění pojmů spojených s realizací experimentu. Druhá část popisuje provedené experimenty a jejich vyhodnocení.

Klíčová slova

- tkanina
- osnova
- útek
- vazba tkaniny
- dostava tkaniny
- deformace
- deformační vlastnosti
- pevnost textilie
- anizotropie

Anotation:

Topic: Effect of fabric arrives directional fabric strength and elongation

This thesis deals This thesis deals with the measurement of mechanical properties of fabrics, especially their strength and tensile elongation at INSTRON device.

The first part of this thesis is focused on theory. Clarification of terms related to the implementation of the experiment. The second part describes the experiments performed and their evaluation.

Keywords

- fabric
- warp
- weft
- cloth binding
- density of fabric
- deformation
- deformation properties
- strength of fabric
- anisotropy

Obsah

Seznam symbolů a zkratk použitých v textu	9
Úvod	11
REŠERŠNÍ ČÁST	12
1. Tkaniny	12
1.1 Osnova.....	12
1.2 Útek.....	13
1.3 Vazba tkaniny	13
1.4 Dostava tkaniny.....	14
1.5 Pevnost textlie.....	16
1.6 Tažnost textlie	17
1.7 Faktory ovlivňující pevnost a tažnost zkoušeného vzorku v různých směrech	17
2. Plátňová vazba	18
2.1 Geometrické modely tkaniny	19
2.1.1 Piercův model	19
2.1.2 Kempův model	21
2.2 Mechanický model tkaniny	22
3. Zvlnění nití (setkání).....	23
3.1 Úhel provázání	26
4. Mechanické vlastnosti tkaniny	26
4.1 Ultimativní charakteristiky	27
5. Namáhání v tahu	27
5.1 Pevnost tkanin v tahu.....	27
6. Deformace.....	28
6.1 Deformační vlastnosti tkaniny	29
6.1.1 Tahové namáhání tkaniny	29
6.1.2 Smykové namáhání	30
6.2 Mechanismy deformace tkaniny při jednoosém namáhání	30

7. Anizotropie	31
8. Geometrické parametry struktury	32
EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	34
9. Popis zkoumaných tkanin.....	34
9.1 Teoretické předpoklady	34
10. Přístroj.....	35
10.1 Části přístroje	35
11. Experiment	36
11.1 Popis experimentu	36
11.2 Dosavadní stav techniky.....	36
11.3 Podstata vynálezu	37
11.4 Patentové nároky	39
11.5 Postup měření	39
12. Výsledky měření	40
12.1 Zpracování výsledků.....	40
12.1.1 Vyhodnocení pevnosti zkoumaných tkanin	40
12.1.2 Vyhodnocení tažnosti zkoumaných tkanin	44
12.1.3 Tahové křivky	48
12. Závěr.....	49
Seznam použité literatury	51
Seznam obrázků	52
Seznam tabulek.....	54
Seznam příloh.....	54

Seznam symbolů a zkratek použitých v textu

D	.....dostava [-]
n	.....počet nití [-]
l	.....měřená délka [mm]
D_o	.....dostava osnovy [pn / 100 mm]
D_u	.....dostava útku [pn / 100 mm]
F	.....tahová síla [N]
T	.....tečná složka [N]
M	.....ohybový moment [N.m]
N	.....normálová síla [N]
N_o	.....normálová síla osnovy [N]
N_u	.....normálová síla útku [N]
t	.....tloušťka tkaniny [mm]
d	.....průměr nitě [mm]
h	.....výška vazné vlny [mm]
l_1	.....délka oblouku [mm]
l_2	.....délka úsečky [mm]
p	.....rozteč nití [mm]
γ	.....úhel zvlnění [°]
F_A	.....svíslá síla [N]
F_B	.....síla v inflexním bodu B [N]
l_j	.....délka nitě v tkanině [mm]
ε_T	.....setkání [%]
P	.....síla do přetrhu [N]
σ	.....napětí do přetrhu [Pa]
Δl	.....protažení do přetrhu [mm]
ε	.....tažnost = deformace do přetrhu [%]
F_r	.....relativní pevnost [N/tex], resp.[cN/dtex]
L_T	.....tržná délka [km], resp.[m]
E	.....počáteční modul pružnosti v tahu [Pa]
\bar{x}	.....aritmetický průměr [-]
s^2	.....rozptyl [-]

s.....směrodatná odchylka [-]

v.....variační koeficient [-]

IS.....interval spolehlivosti [-]

např.například

resp.....respektive

obr.obrázek

tab.....tabulka

č.....číslo

atd.....a tak dále

apod.....a podobně

Úvod

Cílem této diplomové práce je určení vlivu hodnoty dostavy tkaniny na její pevnost a tažnost s ohledem na různé směry namáhání. Společně s tímto se rovněž zaměřuje na stanovení vlivu dostavy na zvlnění nití a na to, jak toto zvlnění ovlivňuje zkoumané mechanické vlastnosti.

V teoretické části diplomové práce je objasněn pojem tkanina. Dále jsou objasněny parametry tkaniny, její vlastnosti a faktory ovlivňující pevnost a tažnost v různých směrech namáhání.

Diplomová práce se dále zabývá popisem mechanických vlastností tkaniny a vysvětlením pojmů deformace a anizotropie tkaniny, které souvisí s prováděným experimentem.

V experimentální části diplomové práce je popsán trhací přístroj INSTRON, který byl pro realizaci experimentu používán, dále je popsán samotný experiment.

V diplomové práci bylo zkoušeno šest tkanin plátnové vazby. Tkaniny byly vyrobeny ze 100% polyesteru. Jemnost tkanin 40 tex. Tkaniny měly rozdílnou dostavu, která byla experimentálně zjištěna. Na přístroji INSTRON byly naměřeny hodnoty pevnosti a tažnosti pro sedm směrů namáhání (0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° a 90°). Tyto hodnoty byly statisticky zpracovány a vyhodnoceny pomocí tabulek a grafů.

Součástí diplomové práce jsou přílohy, které obsahují tabulky naměřených hodnot a deformační křivky jednotlivých vzorků.

REŠERŠNÍ ČÁST

1. Tkaniny

Tkanina je plochý textilní útvar, který vzniká propojením dvou vzájemně kolmo probíhajících soustav nití - osnovy a útku. Tím se odlišuje od jiných textilních výrobků, např. pletenin, krajkovin, všívaných, nebo netkaných textilií. [4]

Tkaniny jsou vytvořeny ze dvou soustav nití provázaných navzájem vazbou. Vazné body jsou tvořeny překřížením nití v pravém úhlu (u klasických tkanin). Styk nití (interakce) je víceméně bodový. Pro popis struktury existuje mnoho modelů. [1]

Obě soustavy nití hrají odlišnou roli při deformaci tkaniny. Určující pro výslednou deformaci je zpravidla soustava méně skloněných nití, zatímco druhá soustava se přizpůsobuje tlaku vyvolanému ve vazných bodech deformací průřezů a zvětšením svého zvlnění, a tím nepřímo napomáhá zvlnění tkaniny. [7]

1.1 Osnova

Soustava nití ležících ve směru délky tkaniny. Skládá se z většího počtu nití (stovky až tisíce) rovnoběžných s okraji tkaniny. [2]

Osnova je soustava rovnoběžně uložených nití, do které se zanáší útek nebo se zpracovává splétáním osnovních nití mezi sebou. Velká část osnovních přízí se musí skát, aby dosáhla určitou pevnost a stejnoměrnost, protože osnova je při tkaní značně namáhána na tah. Například u osnov z čisté vlny je skání naprosto nezbytné. Staplové příze pro pletařské osnovy se zpravidla při soukání parafinují. Před koncem zpracování osnovy se musí navázat jednotlivé nitě nového válu na dobíhající konce. Provádí se to navazovacími stroji (rychlostí až 600 uzlů za minutu).

Osnovní nitě prochází při tkaní lamelami osnovní zarážky (kontrola přetrhu), očky nitěnek (vazba tkaniny) a zuby paprsku (přiraz útku k hotové tkanině). Jestliže se změnila u nové osnovy vazba tkaniny, musí se všechny nitě do stroje znovu navádět. Strojní navádění jedné osnovy do lamel a nitěnek (současně) trvá asi hodinu. Další cca. půl hodiny je zapotřebí k navedení nití do paprsku. [4]

1.2 Útek

Nit kolmá k osnově, ukládá se rovnoběžně s předchozím útkem. [2]

Útek je nit, která se provléká v příčném směru osnovou, tvoří s ní (u tkanin) společnou vazbu, stabilizuje polohu osnovních nití a zaplňuje plochu textilie.

Útkové příze mohou být vyrobeny ze všech známých textilních materiálů, jsou většinou měkčí (s nižším zákrutem než osnova), tkacím strojům se předkládají zpravidla nasoukané na konických cívkách. Útkové příze na pestře tkané zboží jsou vyrobeny z nekonečných vláken barvených ve hmotě nebo se barví nasoukané na perforovaných dutinkách. [4]

1.3 Vazba tkaniny

Způsob vzájemného provázání osnovních a útkových nití je dán vazbou, která dodává tkanině různé vlastnosti a je ovlivněna technologií. Vazba určuje vzhled a budoucí vlastnosti materiálu a má vliv na pevnost, pružnost, tuhost, splývavost a omak tkaniny. [3]

Místu překřížení těchto soustav se říká vazný bod a podle toho, která soustava je v tomto bodě nahoře, rozlišujeme vazný bod osnovní a vazný bod útkový. Provázání nití po osnově i po útku, které se ve tkanině pravidelně opakuje a vytvoří určitou vazbu, se říká střída vazby. Vzájemné provázání osnovních a útkových nití se zakresluje na vzornicový (čtverečkovaný) papír. Ve vertikálním směru (zdola nahoru) čtverečky znázorňují provázání útkových nití, v horizontálním (zleva doprava) pak provázání nití osnovních. Každý čtvereček představuje jeden vazný bod, tj. místo, kde se kříží osnovní nit s útkovou. Osnovní vazné body jsou zakreslovány černě, útkové vazné body zůstávají nevyplněny. Střída se ve vzornici odlišuje červenou barvou, po střídě vzor pokračuje černou barvou. Pořadí nití v rozmezí střidy se na vzornici čísluje zleva doprava (osnovní nitě) a zdola nahoru (útkové nitě). Na vzornici se zakresluje lící strana tkaniny. Velikost střidy se vyjadřuje počtem osnovních nití krát počet útkových nití ve střídě. Zápis 4 x 4 znamená, že ve střídě jsou čtyři nitě osnovní a čtyři nitě útkové. [4]

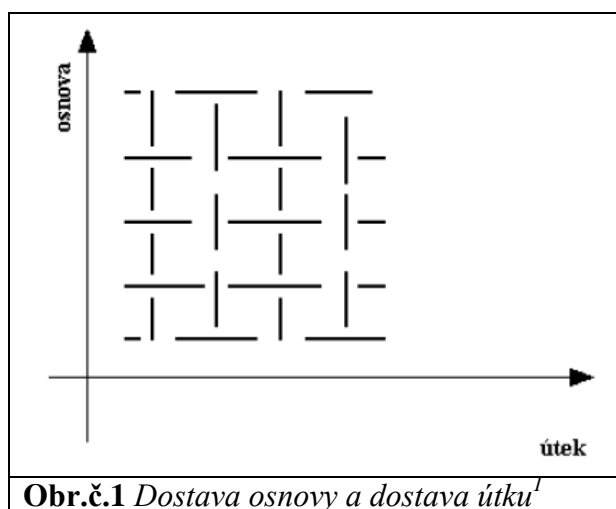
Vazba je definována jako systém, kterým jsou provázány nitě (konstrukční prvky). Jejím zkoumáním se zabývá nauka o vazebních technikách. V rámci textilního zkušebnictví je vazba určována buď pod lupou nebo páráním nití a zakreslováním jejich provázání do patrony. S vazbou úzce souvisí další konstrukční parametry:

- plošná hmotnost (jemnost textilie) [kg.m^{-2}]
- tloušťka [m]
- objemová měrná hmotnost [kg.m^{-3}]
- pórovitost [%]
- hustota (dostava osnovy a útku)
- změny délky nití (setkání, procento setkání, spletení, procento spletení)

Vazba tkaniny ovlivňuje pružnost, tuhost, pevnost, splývavost, vzhled, tepelnou odolnost i omak tkaniny. [1]

1.4 Dostava tkaniny

Dostavou rozumíme počet nití jednoho směru na délku 100 mm směru druhého. Dostava osnovy tedy znamená počet osnovních nití počítaných na 100 mm ve směru útku, jak je ukázáno na obr.č.1.



Dostavu můžeme stanovit podle vztahu:

$$D = \frac{n}{l} \text{ [nití / 100 mm]}^9$$

(1)

n ... počet nití na měřenou délku (např. 10 mm pod tkalcovskou lupou)

l ... měřená délka

Dostavu je pak třeba přepočítat na počet nití na 100 mm.

Dostavu měříme buď počítáním nití na vyznačenou délku, přičemž nám může být pomůckou tkalcovská lupa (na obr.č.2), která má okénko 10 x 10 mm, popř. 25 x 25 mm. Přesnější způsob stanovení dostavy je spočítání vypáraných nití osnovy a útku ze vzorku 100 x 100 mm ustřiženého přesně po nití. [1]



Obr.č.2 *Tkalcovská lupa¹*

Dostava tkaniny je vyjádřením počtu nití připadajících na jednotku délky (centimetr nebo palec). Podle směru, ve kterém je dostava tkaniny měřena, rozeznávají textilní odborníci dostavu osnovy (D_o) a dostavu útku (D_u).

- Požadované D_o se dosáhne nasnováním požadovaného počtu nití na osnovní váh a návodem po dvou, třech nebo více nitech do zubu paprsku. Počet zubů paprsku a počet nití v nich pak zajišťuje požadovanou dostavu tkaniny.
- Požadovanou D_u zajišťuje nastavení zbožového regulátoru, který po zanesení útku do prošlupu a přírazu paprskem posune tkaninu o určitý úsek, předem určený nastavením regulátoru.

Všeobecně mají tkaniny vyšší dostavu po osnově než po útku, což je dáno konstrukčními vlastnostmi a zákonitostmi tkaniny nebo možnostmi strojního vybavení. Dosažení konkrétního čísla dostavy závisí na použitém čísle příze (jemnosti), vazbě tkaniny, účelu použití tkaniny a dalších aspektech. V zemích, kde se používá jednotková soustava SI, uvádí se dostava v počtu nití na 1 nebo 10 centimetrů (10 centimetrů je přesnější), tam kde není SI soustava zavedena se uvádí počet nití na 1 palec.

Dostava hotových tkanin se zjišťuje podle normy EN 1049. V normě jsou popsány tři metody, jedna z nich je počítání nití pomocí speciální lupy. Počet se udává zlomkem, např. 30/20, první údaj platí pro osnovní, druhý pro útkové nitě na 1 cm.

Pro některé druhy tkanin se používá (na celém světě) skoro výhradně určitá výše a kombinace dostavy, které mnozí odborníci považují za mezinárodní standardy. Např.: Denim 25,5/16,5. Batist 36/35. Molino 18/18. Kaliko 22/17 . Košilový popelín 50/26 a pod. [4]

Dostava tkaniny ovlivňuje jiné vlastnosti tkaniny. A to tak že, pokud je dostava větší, má tkanina větší hustotu, větší zaplnění, větší plošnou hmotnost, větší pevnost, větší rozměrovou stabilitu. Ale naopak má nižší prodyšnost, nižší splývavost a je tužší na ohyb. Dostava nití v tkanině musí být nastavena s ohledem na účel použití vyráběné tkaniny. [12]

1.5 Pevnost textilie

Je to síla potřebná k přetržení textilie, při namáhání ve všech směrech textilie. Závisí především na pevnosti odpovídajících nití a na jejich hustotě – dostavě D_o , D_u . Pevnost má dvě maxima v podélném a příčném směru a jedno další blízko diagonály. Výsledky experimentu mohou být ovlivněny konečnou délkou čelistí, jejich tuhostí, vlastním upnutím vzorků, apod. [6]

Pevnost textilií je odpor proti působení vnějších sil, který závisí na původu, formě (vlákno, příze, plošná textilie), způsobu, rychlosti a průběhu zatížení textilního materiálu.

Pevnost textilií se nejčastěji vztahuje k zatížení tahem, které se měří silou nutnou k přetržení materiálu. Mimo tažné pevnosti se pro určité účely posuzuje také pevnost v oděru, v ohýbání, zkroucení, rázová pevnost aj. Tažná pevnost se testuje na stejných přístrojích jako příze, do čelistí se upíná proužek tkaniny nebo pleteniny zpravidla 50 mm široký. [4]

1.6 Tažnost textilie

Obecně je tažnost definována jako schopnost materiálu měnit svůj tvar vlivem zatěžujících sil ve směru jejich působení. Tažnost odpovídá poměrnému prodloužení v okamžiku přetrhu textilie. U ideální tkaniny, která má pro směr osnovy a pro směr útku stejné a konstantní parametry (materiál, dostavu, apod.) se s výjimkou namáhání v diagonálním směru přetrhnou nitě jen jedné soustavy. Ty budou mít také rozhodující vliv na tažnost tkaniny. [6]

Řídce dostavená tkanina s malým zvlněním nití bude mít ve směru osnovy a útku nízkou tažnost, danou převážně tažností nití, zatímco v diagonálním směru se ve velké míře uplatní zkosení. U více dostavené tkaniny se bude moci více uplatnit napětí nití při osovém tahu, zatímco zkosení v šikmých směrech deformace bude omezováno tlakem sousedních nití. [7]

1.7 Faktory ovlivňující pevnost a tažnost zkoušeného vzorku v různých směrech

- Vliv přestřižených konců nití

Důležitý je vliv okrajů vzorku, protože místa přestřižených nití na okrajích vzorku přenášejí nižší tahovou sílu než místa nití uprostřed vzorku.

- Nerovnoměrnost struktury

Nerovnoměrnost struktury může vést k nerovnoměrnému namáhání a také k nízkým hodnotám pevnosti a tažnosti, a to i při větších rozměrech vzorků, protože roste pravděpodobnost výskytu slabého nebo málo tažného místa. Roli hraje i nerovnoměrnost pevnosti a tažnosti nití, které snižují využití pevnosti v hlavních i šikmých směrech.

- Nerovnoměrnost napětí testovaného vzorku (vliv tvaru a velikosti)

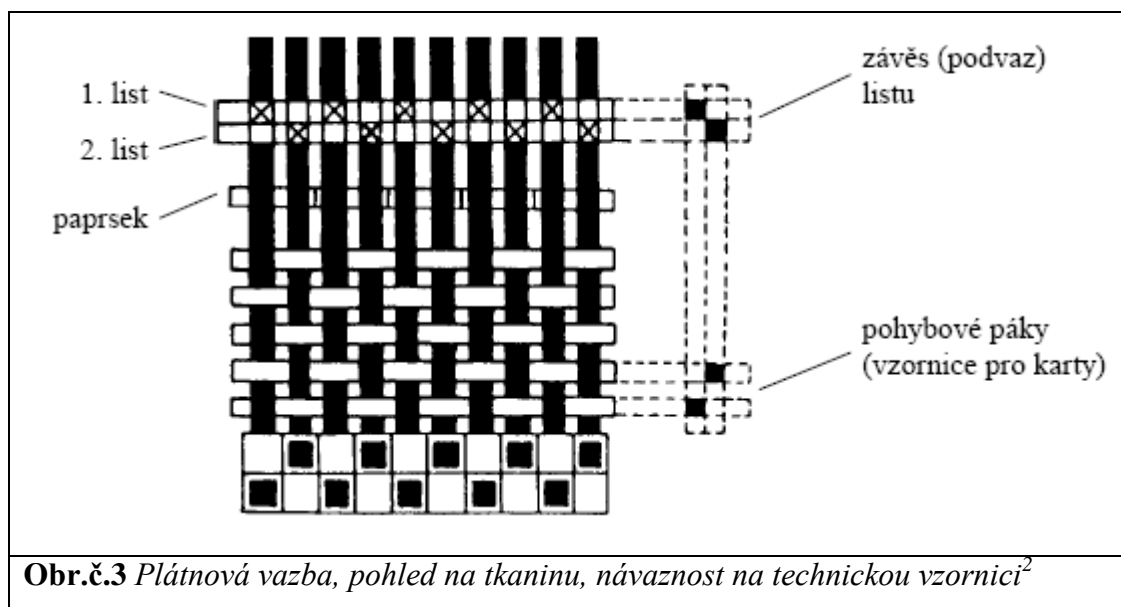
Při malé šířce zkoumaného vzorku, jsou pro různé směry odlišné podmínky. Při trháni v šikmých směrech vycházení nižší pevnosti. Namáhání v šikmých směrech vykazuje větší příčnou kontrakci, která vede ke koncentraci napětí a k přetrhům v čelistech.

- Další faktory

Změna zvlnění nití, sploštění, zhuštění nitě a její prodloužení, klimatické podmínky. [5]

2. Plátňová vazba

Je to nejjednodušší a nejhustěji provázaná vazba. Jedná se o nejpevnější a nejtrvanlivější vazbu. Střídu tvoří dvě nitě osnovní a dvě nitě útkové. Je to vazba oboustranná. Typické je pravidelné střídání osnovních a útkových vazných bodů, resp. skupin osnovních a útkových vazných bodů. Tká se nejčastěji ve čtyřech listech vačkovým prošlupním ústrojím. Plátňová vazba je znázorněna na obr.č.3. [2]



Použití plátňových vazeb je velmi časté – košiloviny, letní dámské šatovky, kapesníky, ložní a stolní prádlo, dekorační tkaniny, technické tkaniny (plachtoviny, obaloviny, atd.), mul, sukno, popelín, taft, mušelín, aj. [2]

Plátno je nejjednodušší základní typ vazby tkaniny. Je to tzv. vazba „oboulícní“, to znamená, že podíl osnovních vazebních bodů a útkových vazebních bodů je v poměru 1:1 a rub má v neupraveném stavu stejný vzhled jako líc. Zbývající dvě základní vazby jsou atlas a kepr.

V plátnové vazbě vytváří osnovní nit pravidelné provázání s útkovou nití vždy přes jednu nit a to tak, že provázání osnovní nitě je pravidelně střídáno nad a pod útkovou nití a každá vedlejší osnovní nit váže ve stejném pořadí, ale posunuta o jeden útek, takže výsledek vypadá jako šachovnice. Přidáním jedné nebo více nití do osnovy, útku nebo obou soustav, vznikají tkaniny jako panama, oxford a další.

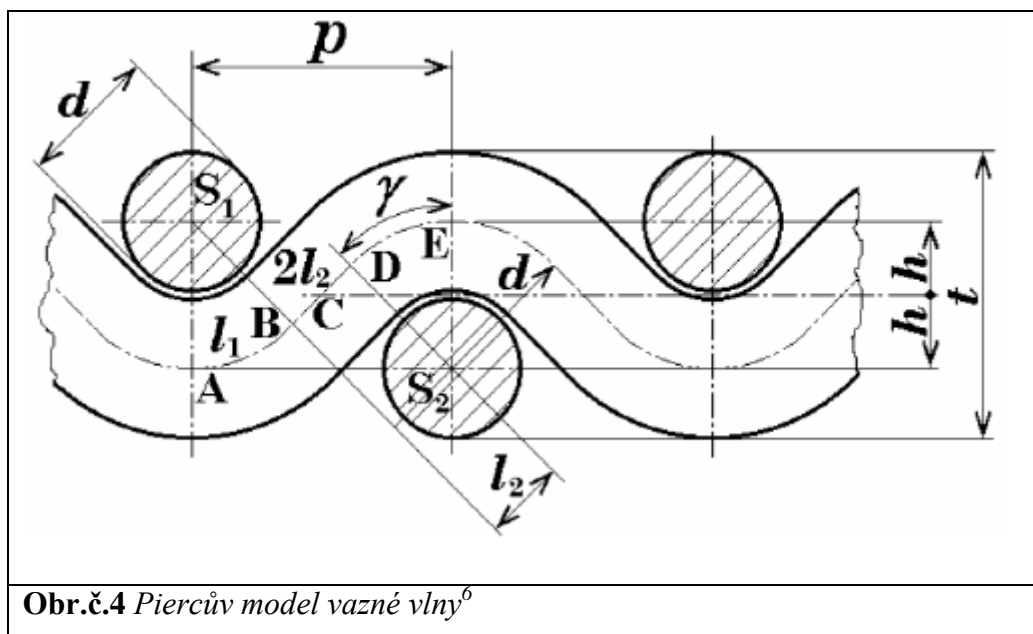
Plátnová vazba se používá při výrobě technických tkanin, košilovin, podšívkových, dámských šatovek a pánských oblekovek. Obecně se tkaninám vyrobeným použitím plátnové vazby říká plátno, některé tkaniny pak jsou podle konstrukce (číslo příze, dostava) označovány jako biaz, šifon, organtýn nebo taffeta. [4]

2.1 Geometrické modely tkaniny

Na hodnocení struktury textilie lze nahlížet z různých úhlů pohledu. Je možné ji hodnotit subjektivně (tedy zrakem, hmatem,...) nebo objektivně (tzn. popisem parametrů měřitelnými veličinami, ...). Strukturu lze rovněž chápat jako geometrickou nebo vztahovou. Geometrická struktura používá k popisu textilie geometrické veličiny, vztahová pak popisuje i relace mezi součástmi zkoumaného celku (normálové a tečné síly, silové působení,...). [6]

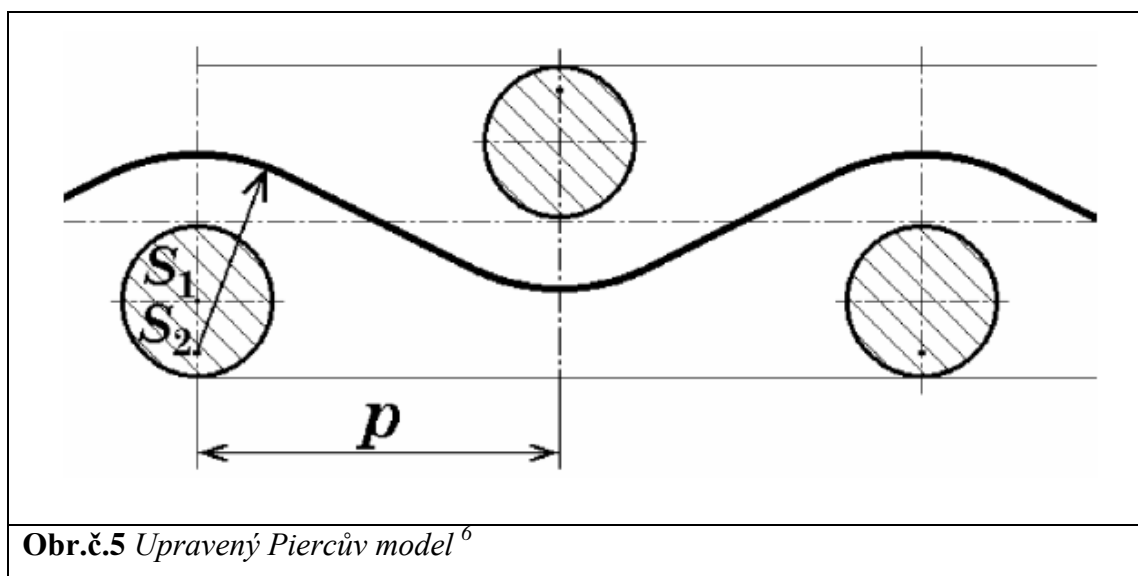
2.1.1 Piercův model

Peircův model vazné vlny (obr.č.4) je často označován jako jednoduchý a zároveň klasický model, který zanedbává deformaci průřezů nití. Předpokladem modelu je, že tvar osy nitě ve vazném prvku je složen z kruhového oblouku a úsečky a to pro osnovu i útek. Dalším předpokladem je vyrovnaná tkanina se čtvercovou vazbou, kde tloušťka tkaniny t bude rovna dvojnásobku průměru nitě d , čili $t = 2d$.



Symbolem h je pak na obr.č.4 označena výška vazné vlny, l_1 je délkou oblouku, l_2 délkou úsečky, p je rozteč nití, γ odpovídá úhlu zvlnění. [6]

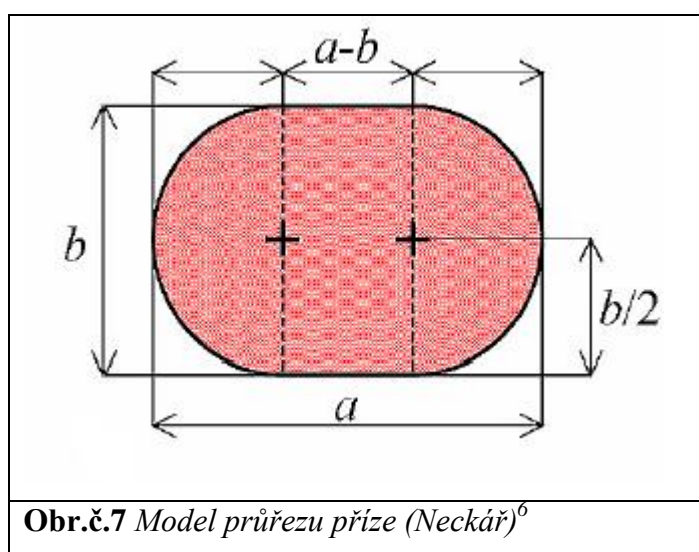
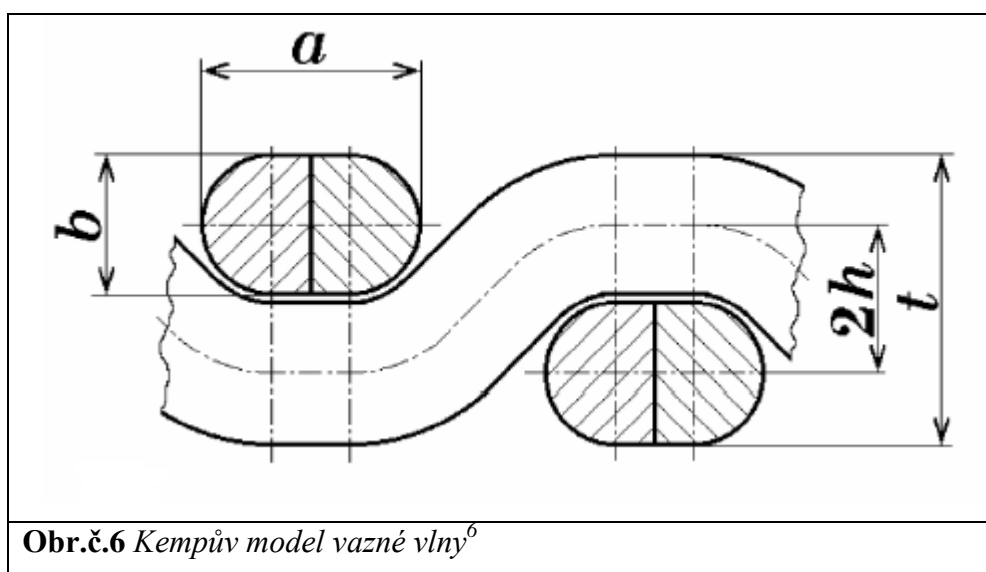
Úpravou Peircova modelu se zabývala na TUL J. Richterová (obr.č.5); úprava spočívá v posunutí polohy středu oblouku osy nitě. Model lépe odpovídá realitě.



2.1.2 Kempův model

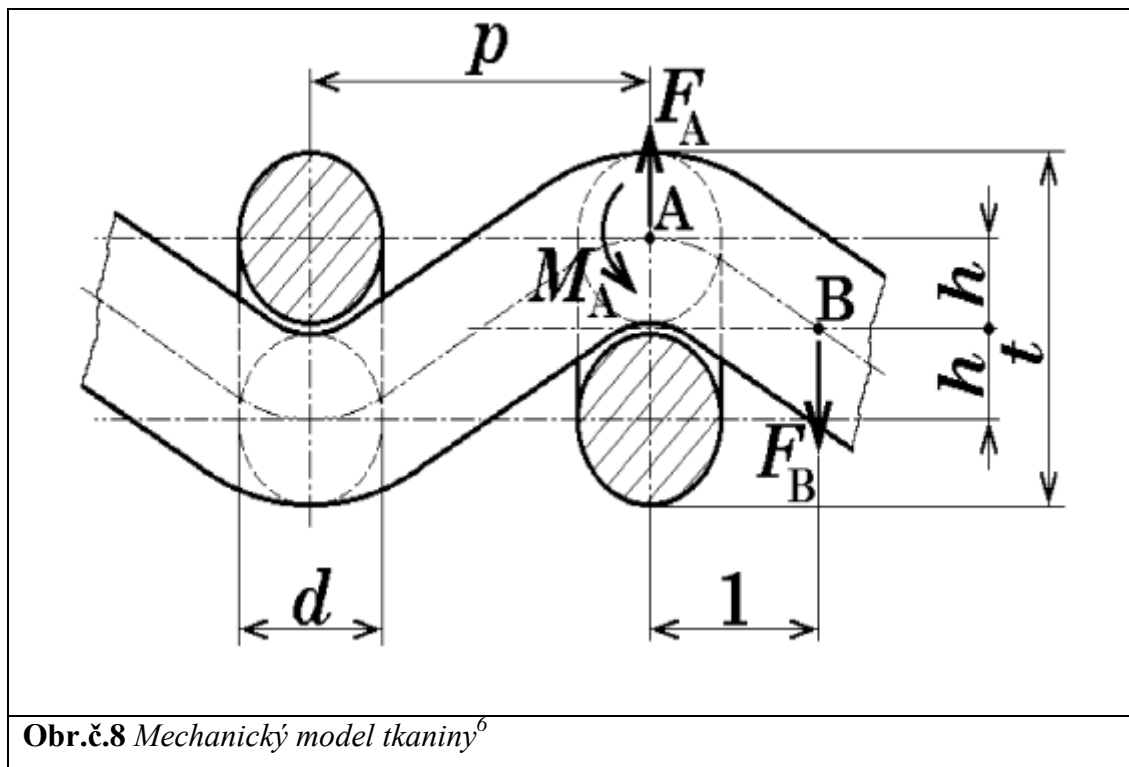
Kemp se ve svých pracích zabýval i problematikou deformace zatkané příze, resp. skupin sdružených nití. V některé literatuře je tento model označen jako „atletické dráhy“.

Průřez nitě je složen ze dvou půlkruhů o poloměru $b/2$ a obdélníku o délce stran b a $(a-b)$. Na obr.č.6 můžeme vidět Kempův model vazné vlny a na obr.č.7 model průřezu nitě podle prof. Neckáře. [6]



2.2 Mechanický model tkaniny

Výchozím předpokladem tohoto modelu je tkanina v plátňové vazbě z dokonale pružného materiálu. Tkanina je opět relaxovaná, průřez nití je kruhový; viz. obr.č.8.



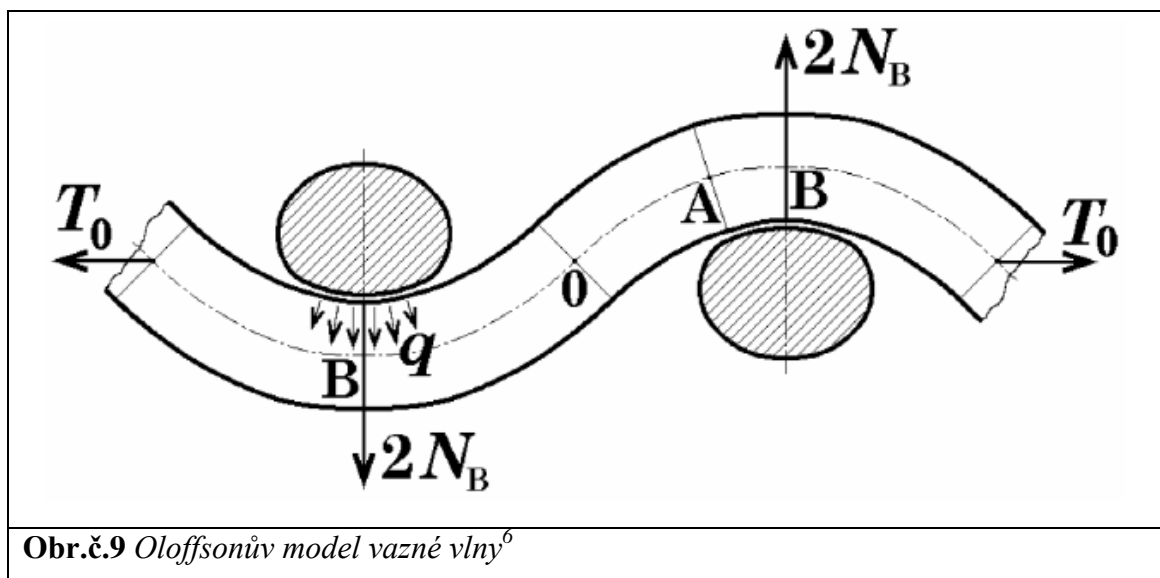
Popis obrázku 8:

F_A ... svislá síla (s působišťem v bodu A, výslednice silového působení obou nití ve vazném prvku)

F_B ... síla v inflexním bodu B

M_A ... ohybový moment.

B. Oloffson vycházel při tvorbě svého mechanického modelu z poznatku, že po vypárání textilie se nit napřímí jen částečně – část její deformace je trvalá. Schéma modelu vazné vlny je pak na obr.č.9. [6]

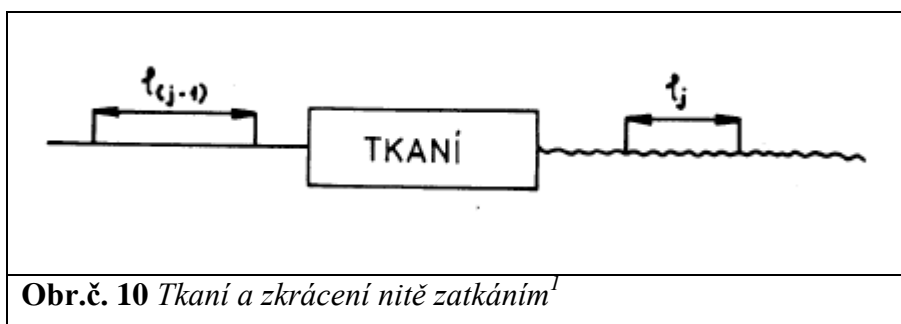


3. Zvlnění nití (setkání)

Při výrobě tkaniny dochází při provazování nití obou soustav (soustavy osnovy a soustavy útku) ke zvlnění nití. Toto zvlnění zkracuje původní délku nitě osnovy a útku na konečnou délku nitě v tkanině.

Protože je při výrobě tkaniny na tkalcovském stavu osnova napnutá a útek provazuje víceméně volně, bývá většinou zkrácení nitě osnovy menší, než zkrácení útku. Tento jev je možno použít v praxi také k tomu, abychom poznali směr osnovy a útku, pokud na odstříhu tkaniny není její pevný okraj, který určuje směr osnovy. Máme-li určit směr osnovy a útku na odstříhu tkaniny bez pevného okraje, stačí napnout tkaninu v jednom a druhém směru. Směr osnovy vykazuje menší protažení (klade při natahování větší odpor), než směr útku. [1]

Označíme délku nitě, která vstupuje do výrobního postupu tkaní jako $l_{(j-1)}$ a délku nitě ve tkanině jako l_j podle obr.č.10



Poměrnou změnu délky označujeme jako setkání ε_T [%] a vyjadřujeme jej vztahem

$$\varepsilon_T = \frac{l_{(j-1)} - l_j}{l_{(j-1)}} * 10^2 = \frac{\Delta l_j}{l_{(j-1)}} * 10^2 \quad [\%]$$

(2)

Podobně vyjadřujeme stupeň setkání K_T [1], který je vyjádřen vztahem

$$K_T = \frac{l_j}{l_{(j-1)}} \quad [1]$$

(3)

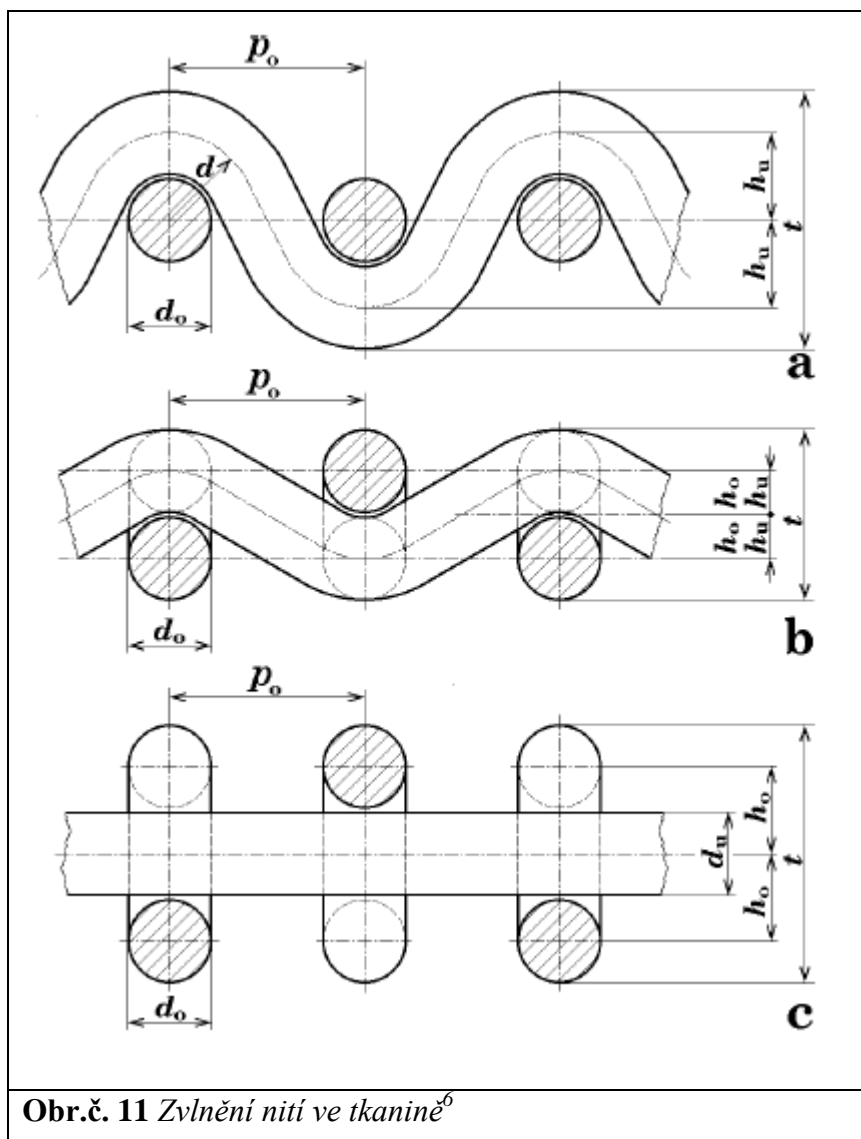
Způsob měření setkání:

Ze vzorku 100 x 100 mm vystřiženého přesně po niti vypárat nitě, natáhnout je pomocí dvou pinzet a změřit nataženou délku. Délka l_j je v tomto případě délka nitě ve vzorku, tj. 100 mm, $l_{(j-1)}$ je délka natažené nitě vypárané ze vzorku. Tato metoda je zatížena velkou subjektivní chybou. Pro přesnější měření natažené délky je nutno použít stanoveného zatížení předpětím (závaží). [1]

Vlna, kterou vytváří osa nitě ve tkanině, má určitou výšku – amplitudu. Tento parametr, vyjadřuje absolutní zvlnění osnovy h_o nebo útku h_u . Součet obou hodnot je celkové zvlnění $H = h_o + h_u$ (4). Relativní zvlnění je poměr absolutního zvlnění osnovy

nebo útku k celkovému: $\xi_o = \frac{h_o}{(h_o + h_u)}$ a $\xi_u = \frac{h_u}{(h_o + h_u)}$ (5,6). Z definice je zřejmé, že

platí $\xi_o + \xi_u = 1$ (7). Každá z hodnot relativního zvlnění tudíž leží v intervalu 0 – 1, mohou ale nabývat různých hodnot v závislosti především na roztečích, průměrech, ohybové tuhosti a osových napětích osnovních a útkových nití. Tři z kontinua možností jsou nakresleny na obr.č.11.



Obr.č. 11 Zvlnění nití ve tkanině⁶

Na obr. **a** je extrém s nulovým zvlněním osnovních nití, v praxi dosažitelný je obtížně (osnova by musela být neohebná nebo hodně napnutá). Absolutní i relativní zvlnění osnovy je nulové, útku maximální ($\xi_u = 1$).

Tloušťka tkaniny je $t = d_o + 2d_u$ (8), při stejných průměrech osnovní a útkové nití $t = 3d$. Stejnou hodnotu zvlnění osnovy a útku bude mít tkanina např.budou-li obě soustavy nití stejné, budou mít stejné dostavy i stejné osové napětí, obr. **b**. Bude platit, že $\xi_o = \xi_u = \frac{1}{2}$ a $t = d_o + d_u$ (9,10). Na obr. **c** je další extrém s nezvlněnými útkovými nitěmi. Je to analogie s variantou **a**, jen to co platilo pro útkové nitě platí pro nitě osnovní a naopak. Podobně by se ke každé variantě dal nakreslit podélný řez. Pro případ **a** by vypadal jako příčný řez **c** s vyměněnými nitěmi a naopak, pro variantu **b** by oba

řezy měly stejnou geometrii. Novikov zavedl 9 kategorií (tzv. „fází provázání“) struktury tkaniny, přičemž 1. a 9. odpovídají popsaným extrémům a 5. symetrické tkanině. U ostatních kategorií je větší zvlnění osnovních nebo útkových nití. [6]

3.1 Úhel provázání

Vyjadřuje sklon nitě vzhledem k ose tkaniny. Základním parametrem ovlivňujícím sklon nitě vzhledem k ose tkaniny, je zvlnění. Z tkaniny obecně vynikají vazné body jedné nebo druhé soustavy nití, podle použitého přírazného systému, podle tahové síly v osnově a útku, podle dostavy, materiálu atd. Velikost úhlu provázání je jedním z hlavních parametrů ovlivňujících jak silové, tak i deformační poměry nití v tkanině. [11]

4. Mechanické vlastnosti tkaniny

Mechanické vlastnosti materiálů – odezva na mechanické působení od vnějších sil na tah, na tlak, na ohyb, stříh. Druhy namáhání se v praxi většinou vyskytují v kombinaci. Laboratorně se tato namáhání zkoumají odděleně od sebe, přičemž normovány jsou pouze zkoušky pevnosti v tahu.

Během mechanického namáhání dochází v textilií ke změně tvaru – deformaci, která je závislá na:

- velikosti zatížení
- rychlosti namáhání
- době trvání

Mechanické vlastnosti se uplatní při zpracování vláken a textilií, a proto jsou zařazovány mezi zpracovatelské vlastnosti. [12]

4.1 Ultimatívní charakteristiky

- Pevnost (síla do přetrhu) P [N], F [N]
- Napětí do přetrhu σ [Pa]
- Protážení do přetrhu Δl [mm]
- Tažnost (deformace do přetrhu) ε [%]
- Relativní pevnost F_r [N/tex], resp. [cN/dtex]
- Tržná délka L_T [km], resp. [m]

5. Namáhání v tahu

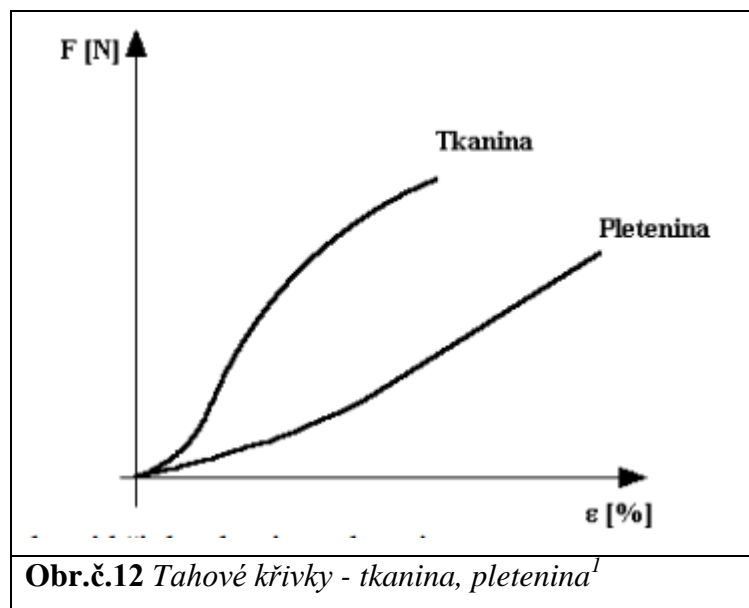
Při namáhání v tahu nazýváme odezvu materiálu pevností v tahu. Tuto vlastnost zkoušíme na dynamometru – přístroji pro definované namáhání vzorků a registraci síly a deformace (natažení). Přístroji se také říká trhací stroj nebo zjednodušeně trhačka.

Vzorek je upnut do horní čelisti a spodní čelisti. Dolní čelist je spojena s pohybovým šroubem, který ji svým otáčením stahuje dolů (napíná vzorek) nebo zdvihá (uvolňuje vzorek). Napětí, resp. síla, která je natahováním ve vzorku vyvíjena, je měřena měřicím členem. Natažení a jemu odpovídající síla je vykreslována do grafu závislosti pevnost – tažnost, který je nazýván tahovou nebo též pracovní křivkou. To proto, že je obrazem práce, kterou jsme na napětí ve vzorku museli vynaložit. [1]

5.1 Pevnost tkanin v tahu

Zkoušky jsou dány normou ČSN EN ISO 1393 –1. Podle této normy musí být vzorky vystřiženy z odstříhu plošné textilie tak, aby neměly ani jednu společnou nit. Normovaný je rovněž tvar vzorků. Vzorek se vystřihne v rozměrech 300 x 60 mm, poté je vypárán na šíři 50 mm. Upínací délka je 200 mm.

Tkanina je pevnější, má strmější křivku a menší tažnost. Pevnost je udávána v absolutních jednotkách F [N]. Příklad tahových křivek je znázorněn na obr.č.12. [1]



6. Deformace

Pojmem deformace tělesa rozumíme změnu jeho tvaru. Těleso mění tvar v důsledku působení síly. Silové působení mění vzájemné polohy atomů, ze kterých se těleso skládá. V případě, že se po odstranění působící síly těleso vrátí do původního tvaru, mluvíme o pružné (elastické) deformaci. Pružné deformace se vyskytují u pružných látek. V důsledku působení sil může rovněž dojít k nevratným změnám v poloze atomů tělesa. Tvar tělesa se po odstranění působící síly již nevrátí do původního stavu. V takovém případě mluvíme o nepružné deformaci popř. úžeji o plastické deformaci. Tyto deformace lze pozorovat např. u plastických látek.

Zůstávají-li během deformace tělesa původně ležící v jedné rovině ve stejné rovině i po deformaci, označuje se taková deformace jako rovinná.

Síly působící na těleso lze rozlišovat podle druhu napětí, které v tělese vyvolávají na tahové, tlakové, smykové, ohybové nebo torzní. Tyto síly bývají také označovány jako deformační síly.

Neuvažuje-li se při popisu tělesa jeho deformace, mluvíme o tuhém tělese. [4]

6.1 Deformační vlastnosti tkaniny

- Tahová deformace: jednoosé zatížení (uniaxiální)
dvouosé zatížení (biaksiální)
- Ohybová deformace: působení ohybového momentu
vzpěr (tlak přechází v ohyb)
- Smyková deformace: deformace tečným napětím
- Příčné stlačení [5]

Absolutní deformace

$$\Delta l = l - l_0 \text{ [mm]} \quad (11)$$

l ... konečná délka po natažení [mm]

l_0 ...upínací délka [mm]

Relativní deformace

$$\varepsilon = \frac{\Delta l \text{ [mm]}}{l_0 \text{ [mm]}} \cdot \frac{l - l_0}{l_0} \quad [1] \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 10^2 \quad [\%] \quad (12,13)$$

Relativní deformace do přetrhu = tažnost. [12]

6.1.1 Tahové namáhání tkaniny

Při tahovém namáhání tkaniny dochází k výrazným změnám struktury. Tahová deformace nití vede ke změnám geometrie jejich os i průřezů. Průvodním jevem je příčná kontrakce tkaniny, která je spojena s deformací úhlu mezi nitěmi jednotlivých soustav. [7]

Počáteční modul pružnosti v tahu E je dán grafem závislosti mezi tahovou silou a prodloužením tkaniny. Je konstantou úměrnosti směrnice přímkové části pracovního diagramu, tangenta úhlu, který přímková část pracovního diagramu svírá s osou deformace. Modul pružnosti je ovlivněn zejména materiálem, dostavou a provázáním přízí ve tkanině. [11]

6.1.2 Smykové namáhání

Smykové namáhání je rozlišeno na dva typy. Čistý smyk, při kterém je zachována původní plocha elementu. Prostý smyk, při kterém je zachována délka stran původně obdélníkové plochy. Reálný smyk obvykle leží mezi těmito teoretickými možnostmi. [7]

Při namáhání textilií smykem síla vyvolává deformaci. Síla zde působí v rovině plochy a ne kolmo na ni jako při tahu. Odpovídající modul se označuje písmenem G a nazývá se modul pružnosti ve smyku. Je dán poměrem smykového napětí a smykové deformace tzv. zkосу. Hodnota modulu ve smyku textilií je závislá na materiálu, dostavě osnovy a útku a také na provázání přízí ve tkanině. [11]

6.2 Mechanismy deformace tkaniny při jednoosém namáhání

- Změna zvlnění nití

Změna zvlnění nití závisí na poměru působících sil ve směru osnovy a útku. Při působení sil v jiném směru než ve směru osnovy a útku dochází ke zkosení (ke změně úhlu, který mezi sebou svírá osnova a útek). [7]

- Deformace průřezu

Velikost a tvar průřezu nitě je limitujícím faktorem změny zvlnění a zkosení úhlu. Na deformovatelnosti průřezu závisí i výsledné protažení tkaniny. Určení velikosti a tvaru průřezu v závislosti na směru namáhání vychází z Backerovy úvahy – při namáhání v hlavních směrech dochází ke zhuštění nití, tedy ke zvýšení jejich zaplnění a průřezy nití napínané soustavy přitom získávají kruhový tvar, zatímco průřezy příčných nití se zplošťují. Pro diagonální směr namáhání lze použít předpoklad, že průřezy nití zaujímají čtvercový tvar. [5]

- Protažení nitě

Velikost protažení nitě závisí na velikosti působící osově tahové síly, na materiálu a na struktuře nitě. [7]

- Zkosení úhlu mezi osnovou a útkem

Ke zkosení úhlu dochází při tahovém namáhání v šikmých směrech a v počáteční fázi nemusí být doprovázeno výraznými změnami geometrie průřezů nebo os.

V tom případě je odpor proti deformaci dán převážně působením třecích sil a lze tedy očekávat nízké hodnoty počátečního modulu. Při zkosení dochází ke zmenšování rozteče nití. Přiblížení os nití je omezeno deformovatelností průřezů a silně závisí na druhu tkalcovské vazby. Vazby s malým množstvím provazovaných úseků umožňují větší přiblížení nití a tím i větší zkosení tkaniny.[7]

Převládajícím mechanismem se však může stát změna úhlu mezi soustavami, tedy smyk, a to pro namáhání ve směrech blízkých diagonále. Míra uplatnění mechanismů deformace tkaniny a podíl na výsledné deformaci tkaniny závisí na vlastnostech nitě, počáteční struktuře tkaniny a na směru zatěžování.

Jednotlivé deformační mechanismy se mohou na deformaci tkaniny podílet přímo nebo nepřímo. Přímý – příslušná změna struktury, např. napřímení nití se projeví prodloužením tkaniny. Nepřímý – umožňuje, aby se projevil jiný deformační mechanismus, např. zvlnění příčné soustavy umožní napřímení nití orientovaných ve směru zatěžování. [7]

7. Anizotropie

Anizotropie je závislost fyzikálních vlastností látek na směru, ve kterém se měří. Není výsadou textilních útvarů, vliv směru na různé vlastnosti je ale u textilií výraznější než u jiných běžných materiálů. Anizotropie mnohých vlastností textilií je způsobena tím, že plošná textilie vzniká z délkových textilií, a ty vznikají z podobných délkových vláken.

Tkaniny a pleteniny mají výrazně nerovnoměrnou orientaci nití a vláken do různých směrů. To ovlivňuje mnoho vlastností, které se stávají směrově závislými. Především anizotropie deformace tkaniny. [5]

Tkaniny, pleteniny i netkané textilie jsou z hlediska tahové deformace výrazně anizotropní a mnohdy mají svoji typickou polární charakteristiku. Běžné tkaniny jsou tažnější v diagonálním směru nežli ve směru osnovy nebo útku. Výsledky experimentů jsou ale zkreslené především proto, že při malé šířce trhaného vzorku jsou podmínky pro různé směry jiné.

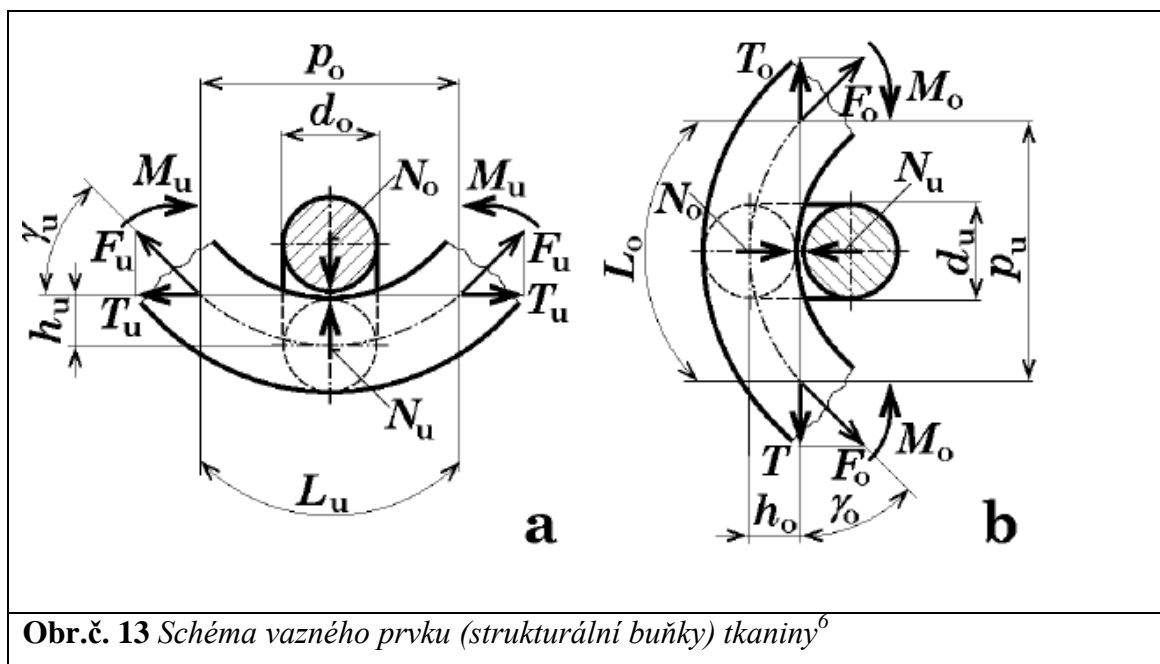
Pro diagonální směr vychází menší pevnost, což může ovlivnit i hodnotu tažnosti. U úzkého vzorku je v krajích mnoho ustřižených nití, jejichž pevnost nemůže být plně využita (pro hlavní směry byly přestřižené nitě nezatížené). Vzorek se trhá v čelistech, neboť příčná koncentrace způsobuje koncentraci napětí v místech upnutí podobně jako u pleteniny. To vše vede k znevýhodnění diagonálních směrů. [6]

8. Geometrické parametry struktury

Konstrukce tkaniny se obvykle definuje vazbou, materiálem, dostavou a číslem použité příze. Tyto údaje dohromady určují plošnou geometrii tkaniny. Velmi důležitá je také prostorová geometrie tkaniny, která je ovlivněna typem a nastavením přístroje. [5]

Ke vstupním parametrům (tj. nezávisle proměnným) patří především geometrické parametry související s nití (průměr d [mm], délka nitě l [mm] ve strukturní jednotce).

Pro tkaninu je možné parametr popsat např. pomocí vektoru parametru provázání, který má geometrickou a silovou část. Je předpokládána tzv. vyrovnaná tkanina, u které se tečné roviny dotýkají povrchu osnovních a útkových nití, a to na obou stranách textilie. [6]



Obr.č. 13 Schéma vazného prvku (strukturální buňky) tkaniny⁶

Popis obr.č.13 Na rozhraní sousedních prvků může na nitě působit axiální tahová síla F (její složka do roviny je tečná složka T). Dále v niti působí ohybový moment M , který má na rozhraní sousedních prvků nulovou hodnotu (je to inflexní bod s nulovou křivostí). V místě kontaktu obou nití působí normálová síla N , která je stejná pro oba směry $N_o = N_u$. Ve skutečnosti se jedná o výslednici napětí, působící mezi osnovní a útkovou nití v tlakové ploše. [6]

Experimenty, které hodnotí anizotropii tkaniny, poskytují odlišné hodnoty pevnosti a tažnosti pro různé směry zatěžování. Tyto výsledky mohou být zkreslené, protože v šikmých směrech docházelo k přetrhům v čelistech.

Z hlediska deformace jsou tkaniny, pleteniny a netkané textilie výrazně anizotropní a někdy mají svoji typickou polární charakteristiku. Tkaniny bývají výrazně tažnější v diagonálním směru než ve směru osnovy a útku. Pro diagonální směr může vycházet menší pevnost, která může ovlivnit i hodnotu tažnosti.

Při malé šířce trhaného vzorku jsou podmínky pro různé směry jiné. U úzkých vzorků je v krajích mnoho ustřižených nití, jejichž pevnost nemůže být využita. Vzorek se trhá v čelistech, protože příčná kontrakce způsobuje kontrakci napětí v místech upnutí. Tažnost a pevnost je možno popsat na deformační křivce (závislost napětí na deformaci). [6]

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

9. Popis zkoumaných tkanin

Při experimentu bylo použito šest tkanin plátnové vazby s různou dostavou. Dostava tkanin byla zjištěna experimentálně pomocí tkalcovské lupy a stanovena pomocí vztahu (1). Hodnoty dostavy a útku jsou zaznamenány v následující tabulce.

Všechny zkoumané tkaniny jsou bílé barvy a jsou vyrobeny ze 100% polyesteru. Jemnost příze, ze kterých byly tkaniny zhotoveny je 40 tex. Dále je v tabulce zaznamenáno označení jednotlivých tkanin a jejich vazba.

Tab.č.1 Parametry zkoumaných tkanin

Parametry	1.tkanina	2.tkanina	3.tkanina	4.tkanina	5.tkanina	6.tkanina
Označení tkaniny	7/40/15 č.31	8/40/15 č.32	9/40/15 č.34	9/40/20 č.36	9/40/18 č.33	8/40/18 č.35
Materiál	100% PES	100% PES	100% PES	100% PES	100% PES	100% PES
Dostava [cm⁻¹]	$D_o=17$ $D_u=15$	$D_o=20$ $D_u=15$	$D_o=23$ $D_u=16$	$D_o=23$ $D_u=22$	$D_o=23$ $D_u=18$	$D_o=20$ $D_u=19$
Vazba	plátno	plátno	plátno	plátno	plátno	plátno

9.1 Teoretické předpoklady

Největší pevnost lze předpokládat u tkaniny s největší dostavou. Tou je 4.tkanina, u které byla dostava stanovena na 23/22. Jako další tkaninu s největší pevností lze předpokládat 5.tkaninu s dostavou 23/18. Dále potom 3.tkaninu s dostavou 23/16, 6.tkaninu s dostavou 20/19, 2.tkaninu s dostavou 20/15. Jako nejméně pevnou lze předpokládat 1.tkaninu s dostavou 17/15.

10. Přístroj

Pro experiment byl použit trhací přístroj INSTRON, který umožňuje univerzální zkoušení textilií. Je možné realizovat jednoosé namáhání tlakem, tahem a ohybem. Pro měření pomocí českého patentu (vzorky označeny F – friction) byly použity čelisti bez třecích prvků (viz.obr.č.14) a pro měření pomocí evropské normy (vzorky označeny S – strip) byly použity čelisti s třecími prvky (viz.obr.č.15).

10.1 Části přístroje

- řídicí skříň
- zařízení pro zatěžování vzorků
- příčnick s nasazenou snímací hlavou
- upínací čelisti
- počítač připojený k přístroji



Obr.č.14 *Trhací přístroj INSTRON (čelisti bez třecích prvků)*



Obr.č.15 *Trhací přístroj INSTRON (čelisti s třecími prvky)*

11. Experiment

11.1 Popis experimentu

Vzorky byly zatěžovány v sedmi směrech: 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° a 90°, kde směr osnovy odpovídá úhlu 0° a směr útku odpovídá úhlu 90°.

Pro každý směr bylo použito šest vzorků, které byly odebrány z tkaniny minimálně 150 mm od kraje. Šířka vzorků byla 50 mm ± 0,5 mm. Upínací délka vzorku byla 200 mm. Rychlost posuvu 100 mm/min. Snímací hlava 5 kN. Nebylo použito předpětí. Tyto parametry určuje norma ČSN EN ISO 13934-1 (norma z roku 1999).

11.2 Dosavadní stav techniky

Pevnost a tažnost tkanin se zpravidla měří podle EN ISO 13934-1 (Textiles - Tensile properties of fabrics ...) pomocí vzorků obdélníkového tvaru (šířka 50 mm, upínací délka 200 mm), viz obr.č.16. Tento způsob je použitelný pro zjišťování pevnosti a tažnosti tkanin v hlavních směrech, tj. ve směru osnovních nebo útkových nití, přičemž pokud dojde k přetrhu v místě upnutí vzorku do čelistí má být tento experiment podle normy vyloučen. Při zatěžování vzorku tkaniny **3** v jiných nežli hlavních směrech

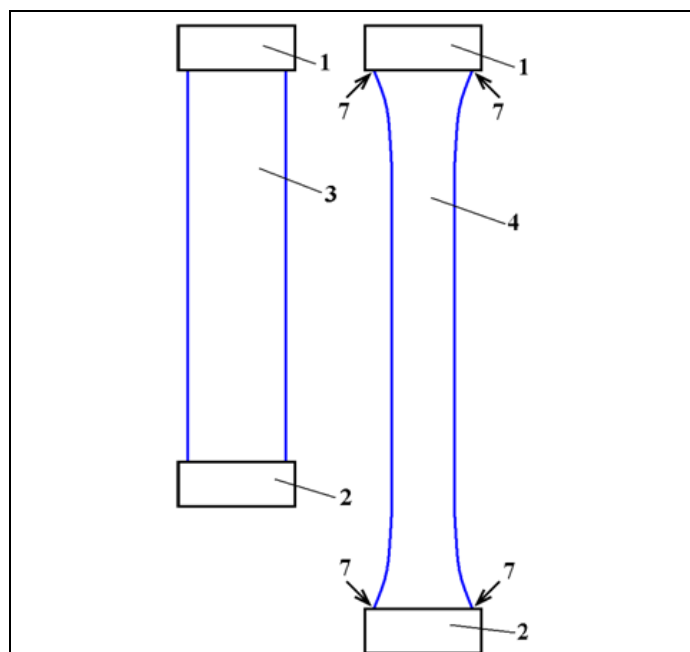
bývá ale příčná kontrakce veliká, což vede ke koncentraci napětí v místech upnutí deformovaných vzorků **4** v čelistech **1, 2** (nejčastěji v jeho rozích, viz šipky **7**) a u většiny tkanin se prakticky všechny vzorky trhají v čelistech. Změřená pevnost je oproti skutečné pevnosti textilie podstatně menší, přičemž rozdíl často přesahuje i 50%.

Pevnost a tažnost pletenin se vzhledem k velké příčné kontrakci těchto textilií měří většinou na zúžených vzorcích. Tím se zvětší počet přetrhů mimo oblast upnutí vzorků, tj. ve střední zúžené části vzorků, výsledky experimentů jsou ale stejně ovlivněny nerovnoměrným rozložením napětí v ploše vzorku. Podobně je výsledek experimentu ovlivněn u tkanin resp. u netkaných textilií při použití různě tvarovaných ve střední části zúžených vzorků. Rovněž dvou nebo vícenásobné přeložení vzorků před upnutím eliminuje vliv příčné kontrakce textilie jen částečně. [9]

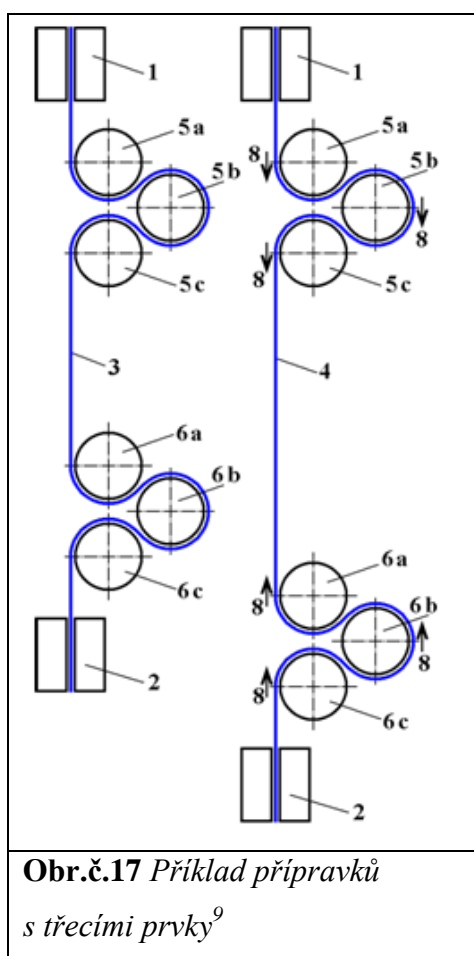
11.3 Podstata vynálezu

Napětí v testovaném vzorku je za pomoci přídavného zařízení, spojeného s oběma páry upínacích čelistí, redukováno třením o vhodně umístěné třecí prvky ve směru od střední nejvíce zatížené části vzorku směrem k upínacím čelistem. U každého páru upínacích čelistí může být jeden nebo několik třecích prvků. Pokud bude úhel opásání při určitém součiniteli tření dostatečný, tj. pokud bude úbytek napětí schopný vyrovnat koncentraci napětí v rozích upnutého vzorku, dojde k přetrhu mimo čelisti.

U jednotlivých třecích míst může přitom docházet k příčné kontrakci vzorků a tím k rovnoměrnějšímu rozložení napětí ve střední, nejvíce namáhané, části vzorku. Výsledky experimentu jsou v porovnání s běžnými testy objektivnější. [9]



Obr.č.16 Obdélníkový vzorek před a po deformaci⁹



Obr.č.17 Příklad přípravků s třecími prvky⁹

Seznam vztahových značek

- | | |
|---|---|
| 1 | první pár čelistí |
| 2 | druhý pár čelistí |
| 3 | vzorek textilie před deformací |
| 4 | vzorek textilie po deformaci |
| 5 | první skupina třecích prvků |
| 6 | druhá skupina třecích prvků |
| 7 | šipky ukazující na místa kde se koncentruje napětí |
| 8 | šipky ukazující směr posouvání textilie při experimentu |

Příklad přípravku pro dynamometr se dvěma trojicemi třecích prvků, při kterém bude úhel opásání postačující pro většinu experimentů, je znázorněn na obr.č.17. Běžný obdélníkový vzorek **3** je upnut v čelistech **1**, **2**. Přitom je veden s přiměřeným úhlem opásání kolem skupiny třecích míst **5a**, **5b**, **5c**, spojených s čelistmi **1**, a kolem skupiny třecích míst **6a**, **6b**, **6c**, spojených s čelistmi **2**. Při deformaci se vzorek **4** posouvá kolem uvedených třecích míst ve směru šipek **8**. [9]

11.4 Patentové nároky

1. Způsob měření deformačních vlastností plošných textilií, především pevnosti a tažnosti, při kterém je třením snižováno napětí v textilii ve směru od plně namáhané střední části k oběma místům upnutí vzorků s cílem omezit vliv koncentrace napětí u čelistí na výsledek experimentů.
2. Přídavné zařízení k dynamometru, které pomocí jednoho nebo několika třecích prvků u každého páru čelistí snižuje napětí v textilii směrem k místům upnutí, přičemž umožní příčnou kontrakci vzorků v místech kontaktu s touto textilií. [9]

11.5 Postup měření

Před realizací experimentu byla provedena kalibrace přístroje, nastavení rychlosti posuvu čelistí. Nastavena upínací délka a vypnuto předpětí. Vzorky byly klimatizovány min. 24 hodin před provedením experimentu. Vzorky byly upnuty do horní čelisti a poté do dolní čelisti, tak aby byla zachována upínací délka 200 mm. Byla provedena zkouška a na počítači byly zaznamenány průběhy tahových křivek a naměřené hodnoty. Laboratorní podmínky v průběhu experimentu: vlhkost vzduchu 55,5% a teplota vzduchu 24,2°C.

12. Výsledky měření

12.1 Zpracování výsledků

Pro zpracování naměřených hodnot byly použity tyto veličiny. Aritmetický průměr, rozptyl, směrodatná odchylka, variační koeficient, interval spolehlivosti. Naměřené hodnoty a jejich statistické charakteristiky jsou zaznamenány v tabulkách, které jsou vloženy do diplomové práce pod názvem: příloha A – tabulky naměřených hodnot.

$$\text{Aritmetický průměr: } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (14)$$

$$\text{Rozptyl: } s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (15)$$

$$\text{Směrodatná odchylka: } s = \sqrt{s^2} \quad (16)$$

$$\text{Variační koeficient: } v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \% \quad (17)$$

$$\text{95\% interval spolehlivosti: } IS = \bar{x} \pm 1,96 \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (18)$$

12.1.1 Vyhodnocení pevnosti zkoumaných tkanin

Po statistickém zpracování naměřených hodnot, byly průměrné hodnoty pevnosti vloženy do níže uvedených tabulek a dále zpracovány pomocí grafů uvedených pod tabulkami.

Tab.č.2 Hodnoty průměrných pevností tkanin [N/5cm] – Česká norma

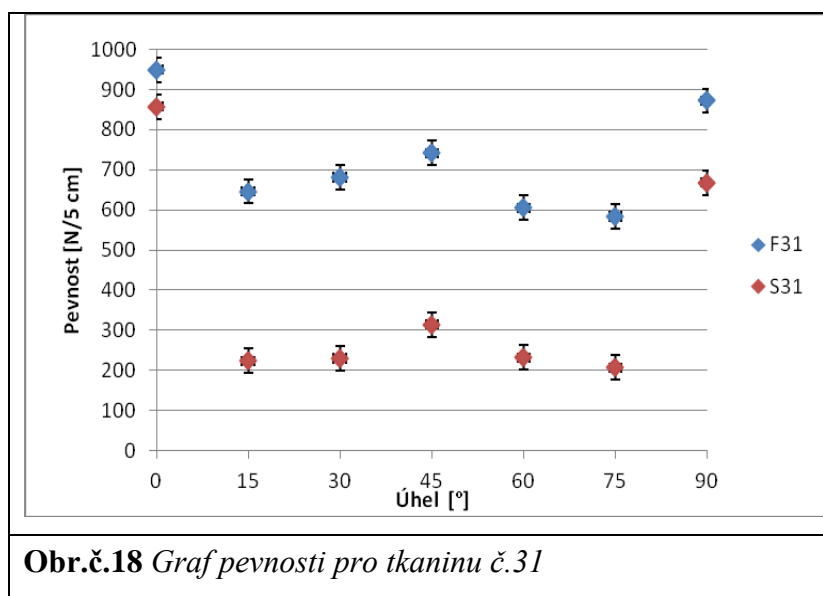
	tkanina č.31	tkanina č.32	tkanina č.33	tkanina č.34	tkanina č.35	tkanina č.36
0°	948,9 <918,3;979,5>	1177,1 <1145;1209,2>	671,4 <601,3;741,5>	1426,8 <1372,6;1481>	749,3 <645,1;853,5>	1379,4 <1310,7;1448,1>
15°	646,2 <599,9;692,5>	766,6 <745,8;787,4>	386,0 <359,5;412,5>	910,2 <858,3;962,1>	501,9 <460,8;543>	1099,1 <1070,8;1127,4>
30°	680,9 <606,8;755>	747,4 <688,6;806,2>	410,0 <399;421>	812,5 <761,2;863,8>	527,6 <500,3;554,9>	1233,2 <1171,4;1295>
45°	741,7 <696,7;786,7>	898,8 <848,5;949,1>	355,0 <336,8;373,2>	934,0 <895,4;972,6>	451,5 <432,9;470,1>	1135,1 <1100;1170,2>
60°	605,3 <547,1;663,5>	703,4 <679,6;727,2>	382,6 <364,3;400,9>	748,5 <714,3;782,7>	451,5 <432,5;470,5>	983,6 <953,9;1013,3>
75°	583,3 <555,4;611,2>	624,7 <596,5;652,9>	397,8 <364,2;431,4>	597,3 <578;616,6>	462,9 <421,5;504,3>	951,3 <931,4;971,2>
90°	872,4 <831,8;913>	781,8 <721,4;842,2>	847,1 <813,8;880,4>	861,2 <829,3;893,1>	944,3 <916,8;871,8>	1121,5 <987,6;1255,4>

V tabulce č.2 jsou uvedeny průměrné hodnoty pevnosti tkanin v jednotlivých směrech. Experiment byl realizován pomocí české normy. Upínací čelisti přístroje bez přídatných třecích prvků.

Tab.č.3 Hodnoty průměrných pevností tkanin [N/5cm] – Evropská norma

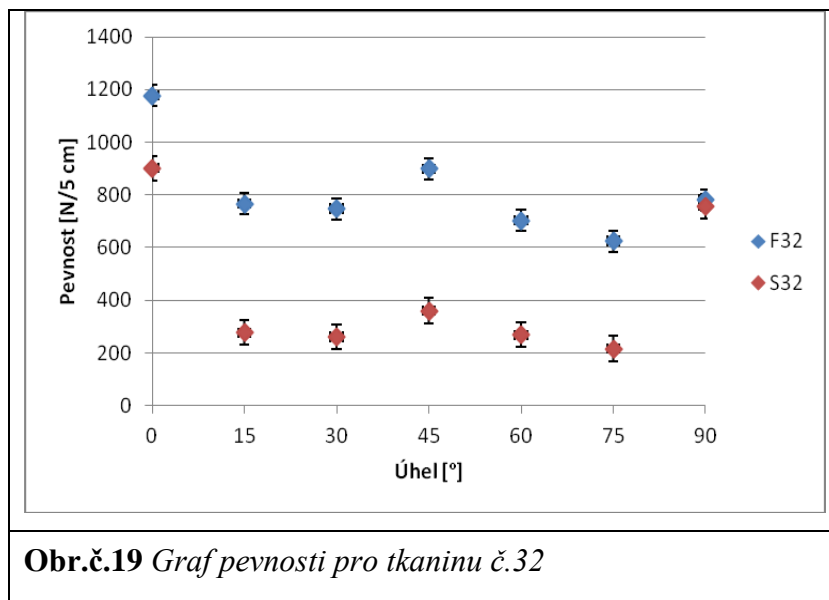
	tkanina č.31	tkanina č.32	tkanina č.34	tkanina č.36
0°	857,8 <795,7;919,9>	902,4 <879,3;925,5>	969,3 <933,2;1005,4>	1283,8 <1224,9;1342,7>
15°	223,2 <203,3;243,1>	276,7 <244,7;308,7>	364,3 <347,3;381,3>	503,6 <460,7;546,5>
30°	229,7 <222;237,4>	260,8 <236,6;285>	350,0 <325,3;374,7>	516,0 <483,5;548,5>
45°	315,0 <296;334>	360,3 <342,1;378,5>	421,0 <408,3;433,7>	581,7 <557;606,4>
60°	232,3 <217,4;247,2>	268,2 <257,1;279,3>	311,9 <297,8;326>	453,7 <444,3;463,1>
75°	207,0 <192,4;221,6>	216,2 <202,1;230,3>	238,8 <225,1;252,5>	433,0 <400,2;465,8>
90°	667,8 <593,2;742,4>	757,9 <694,4;821,4>	878,3 <851,2;905,4>	1150,3 <1046;1254,6>

V tabulce č.3 jsou uvedeny průměrné hodnoty pevnosti tkanin v jednotlivých směrech. Experiment byl realizován pomocí evropské normy. Upínací čelisti byly opatřeny přídatnými třecími prvky.

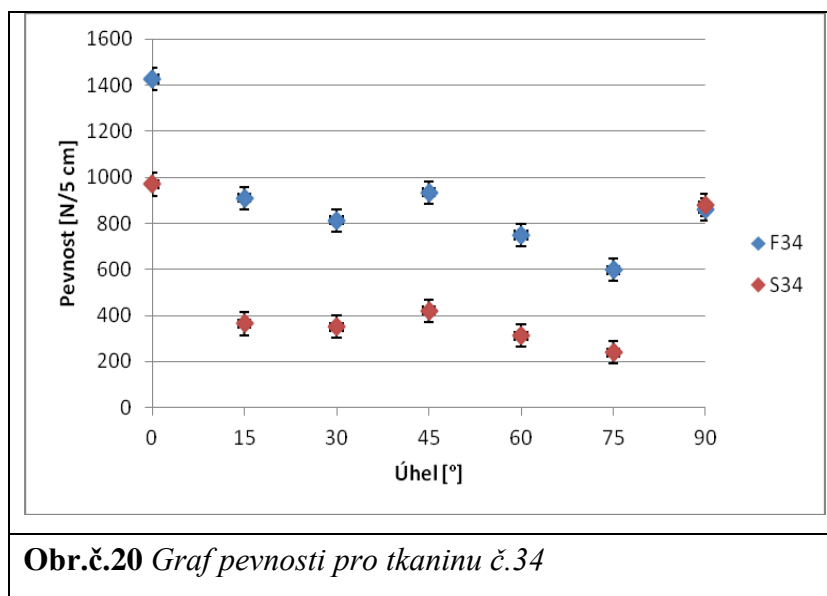


Na obr.č.18 je uveden graf pevnosti tkaniny č.31 s dostavou 17/15, na kterém lze vidět, že nejvyšších hodnot pevnosti dosahovaly vzorky střižené pod úhlem 0° a 90°.

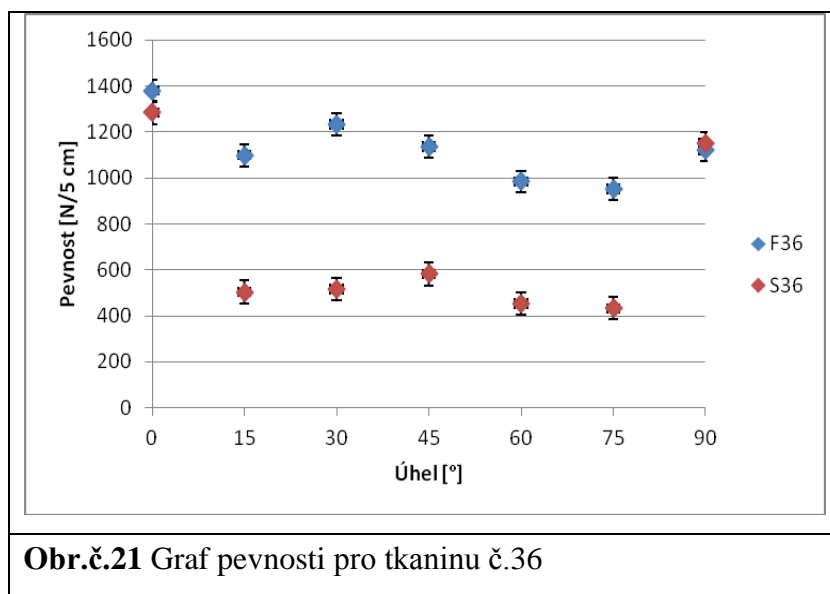
Tento výsledek platí jak pro experiment pomocí české normy, tak pro experiment pomocí evropské normy. Celkově vyšší pevnost byla naměřena při experimentu bez přídavných třecích prvků.



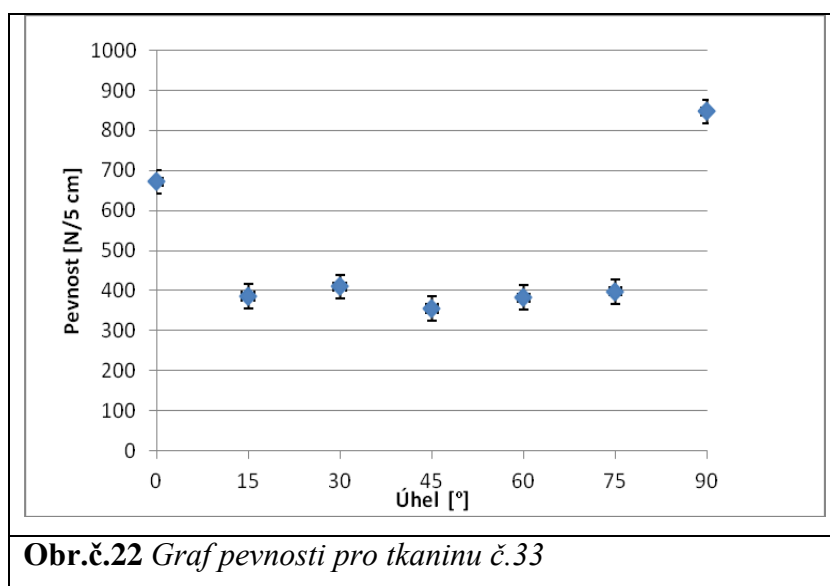
Na obr.č.19 je uveden graf pevnosti tkaniny č.32 s dostavou 20/15, na kterém lze vidět, že nejvyšších hodnot pevnosti dosahovaly vzorky střižené pod úhlem 0°. Celkově vyšší pevnost byla naměřena při experimentu bez přídavných třecích prvků.



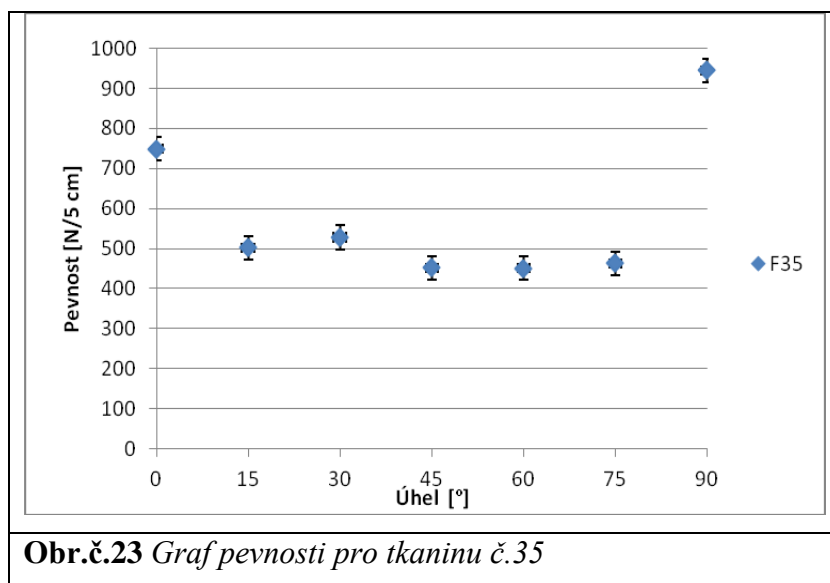
Na obr.č.20 je uveden graf pevnosti tkaniny č.34 s dostavou 23/16, na kterém lze vidět, že nejvyšších hodnot pevnosti dosahovaly vzorky střižené pod úhlem 0°. Celkově vyšší pevnost byla naměřena při experimentu bez přídavných třecích prvků.



Na obr.č.21 je uveden graf pevnosti tkaniny č.36 s dostavou 23/22, na kterém lze vidět, že nejvyšších hodnot pevnosti dosahovaly vzorky střižené pod úhlem 0° a 90°. Tento výsledek platí jak pro experiment pomocí české normy, tak pro experiment pomocí evropské normy. Celkově vyšší pevnost byla naměřena při experimentu bez přídatných třecích prvků.



Na obr.č.22 je uveden graf pevnosti pro tkaninu č.33 s dostavou 23/18. Experiment byl realizován pouze pomocí české normy bez přídatných třecích prvků. Tkanina vykazovala největší pevnost ve směru útku. Pro vzorky střižené pod úhlem 90°.



Na obr.č.23 je uveden graf pevnosti pro tkaninu č.35 s dostavou 20/19. Experiment byl realizován pouze pomocí české normy bez přidavných třecích prvků. Tkanina vykazovala největší pevnost ve směru útku. Pro vzorky střižené pod úhlem 90°.

12.1.2 Vyhodnocení tažnosti zkoumaných tkanin

Po statistickém zpracování naměřených hodnot, byly průměrné hodnoty tažnosti vloženy do níže uvedených tabulek a dále zpracovány pomocí grafů uvedených pod tabulkami.

Tab.č.4 Hodnoty průměrných tažností tkanin [%] – Česká norma

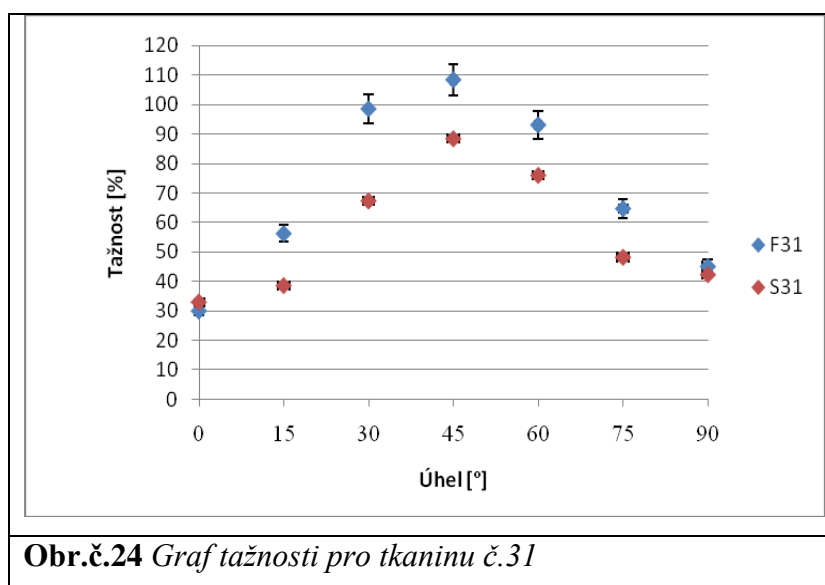
	tkanina č.31	tkanina č.32	tkanina č.33	tkanina č.34	tkanina č.35	tkanina č.36
0°	30,1 <29,4;30,8>	41,2 <40,4;42>	47,2 <42;52,4>	43,8 <42,3;45,3>	64,3 <58,7;69,9>	48,5 <47,1;49,9>
15°	56,3 <53,5;59,1>	63,3 <62,2;64,4>	63,7 <59,1;68,3>	61,8 <58,8;64,8>	71,2 <65,7;76,7>	75,8 <73,9;77,7>
30°	98,6 <96,8;100,4>	98,2 <96,1;100,3>	89,6 <87;92,2>	94,0 <90;98>	97,0 <94,1;99,9>	104,2 <101,5;106,9>
45°	108,4 <103;113,8>	113,5 <110,8;116,2>	89,8 <86,1;93,5>	110,1 <107;113,2>	98,9 <96,8;101>	108,2 <102,2;114,2>
60°	93,1 <88;98,2>	94,7 <90,8;98,6>	87,2 <83,3;91,1>	91,3 <87,7;94,9>	93,7 <91;96,4>	92,1 <85,6;98,6>
75°	64,8 <59,2;70,4>	61,9 <58,9;64,9>	71,6 <69;74,2>	54,8 <51,2;58,4>	78,4 <72,9;83,9>	56,3 <50,1;62,5>
90°	45,2 <44,1;46,3>	35,3 <34,4;36,2>	57,5 <48,1;66,9>	37,1 <36,3;37,9>	49,0 <48,1;49,9>	39,8 <38,8;40,8>

V tabulce č.4 jsou uvedeny průměrné hodnoty tažnosti tkanin v jednotlivých směrech. Experiment byl realizován pomocí české normy. Upínací čelisti přístroje bez přídatných třecích prvků.

Tab.č.5 Hodnoty průměrných tažností tkanin [%] – Evropská norma

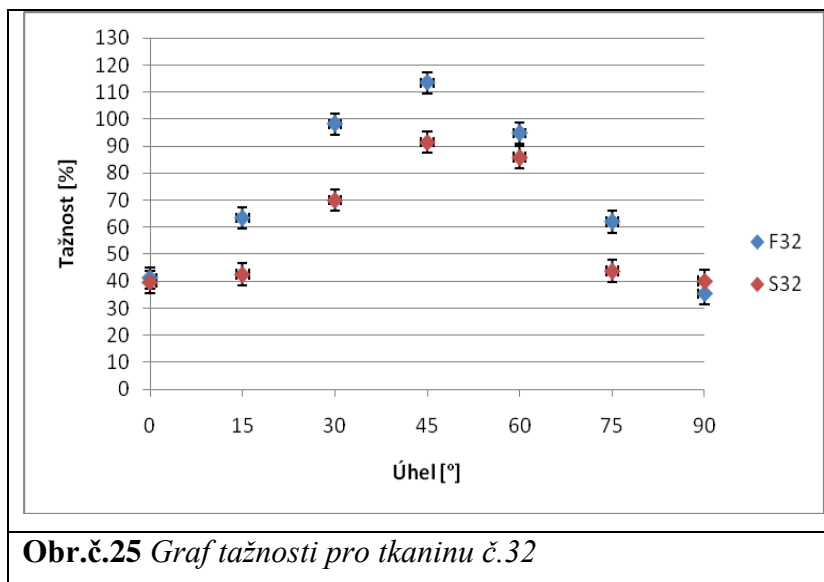
	tkanina č.31	tkanina č.32	tkanina č.34	tkanina č.36
0°	33,0 <31,3;34,7>	39,7 <39,2;40,2>	42,0 <41,5;42,5>	50,6 <49,4;51,8>
15°	38,6 <36,6;40,6>	42,6 <39,8;45,4>	47,7 <45,6;49,8>	59,2 <57,4;61>
30°	67,3 <64,9;69,7>	70,1 <67,2;73>	73,7 <71,7;75,7>	83,7 <80,1;87,3>
45°	88,4 <86,7;90,1>	91,5 <89,9;93,1>	95,3 <92;98,6>	93,7 <88,2;99,2>
60°	76,0 <72,8;79,2>	85,9 <82,7;89,1>	75,4 <68;82,8>	83,9 <79,2;88,6>
75°	48,2 <43,4;53>	43,8 <36,9;50,7>	45,1 <41,9;48,3>	49,2 <44,4;54>
90°	42,3 <40,3;44,3>	40,1 <39,41,2>	39,5 <12,9;14,1>	42,9 <41,4;44,4>

V tabulce č.5 jsou uvedeny průměrné hodnoty tažnosti tkanin v jednotlivých směrech. Experiment byl realizován pomocí evropské normy. Upínací čelisti byly opatřeny přídatnými třecími prvky.

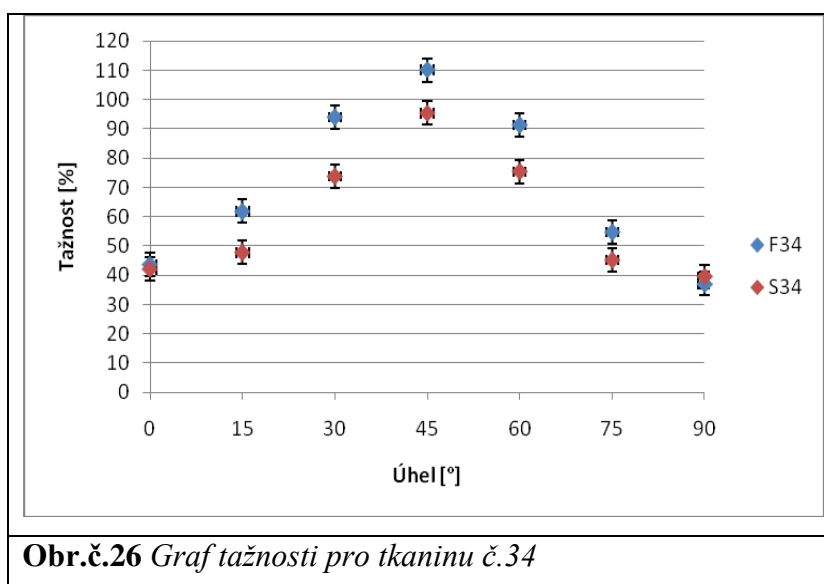


Na obr.č.24 je uveden graf tažnosti tkaniny č.31 s dostavou 17/15, na kterém lze vidět, že nejvyšších hodnot tažnosti dosahovaly vzorky střižené pod úhlem 45°. Tento

výsledek platí jak pro experiment realizovaný pomocí české normy, tak pro experiment realizovaný pomocí evropské normy. Celkově vyšší tažnost byla naměřena při experimentu bez přídavných třecích prvků.

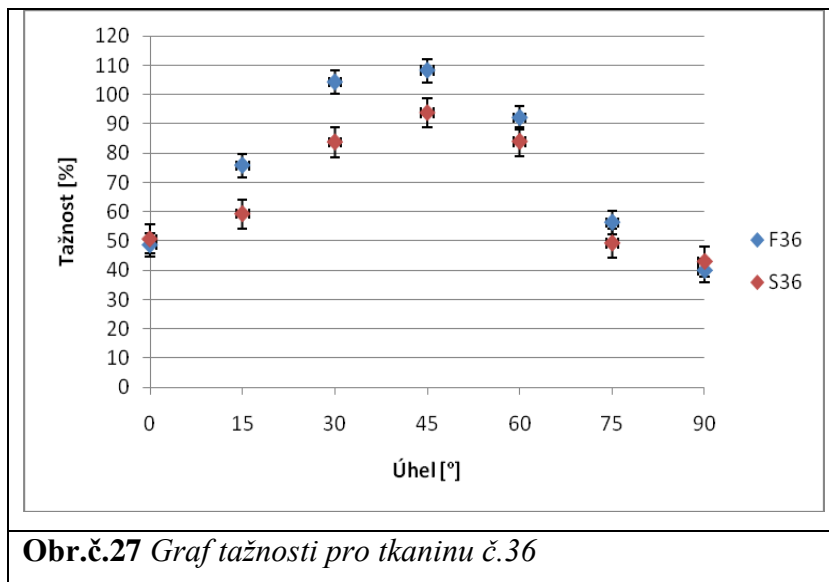


Na obr.č.25 je uveden graf tažnosti tkaniny č.32 s dostavou 20/15, na kterém lze vidět, že nejvyšších hodnot tažnosti dosahovaly vzorky střižené rovněž pod úhlem 45°. Tento výsledek byl naměřen jak u experimentu realizovaného pomocí české normy, tak u experimentu realizovaného pomocí evropské normy. Celkově vyšší tažnost byla naměřena při experimentu bez přídavných třecích prvků.

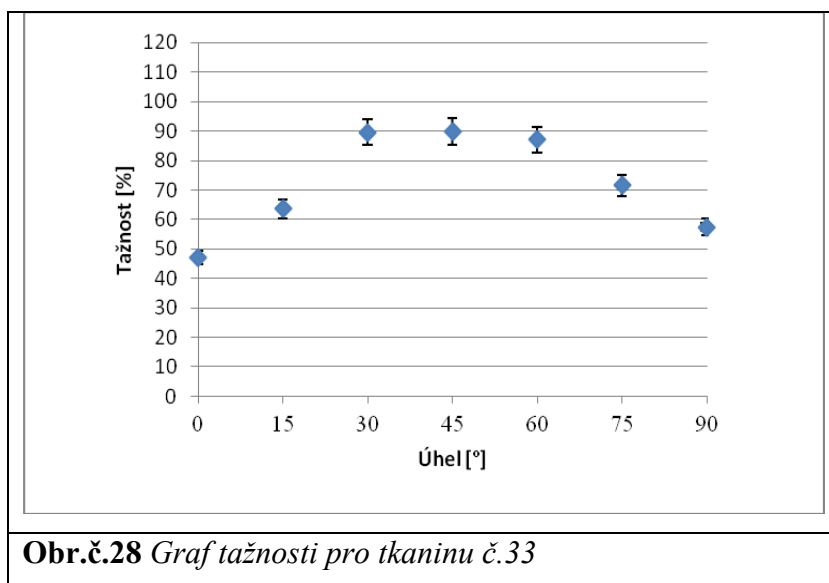


Na obr.č.26 je uveden graf tažnosti tkaniny č.34 s dostavou 23/16, na kterém lze vidět, že nejvyšších hodnot tažnosti dosahovaly vzorky střižené pod úhlem 45°. Tento

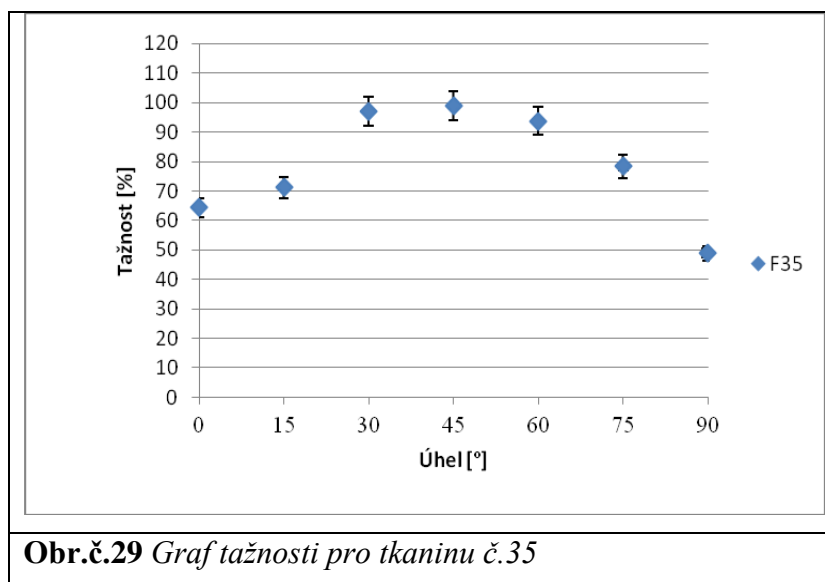
výsledek platí jak pro experiment realizovaný pomocí české normy, tak pro experiment realizovaný pomocí evropské normy. Vyšší tažnost byla naměřena při experimentu bez přídavných třecích prvků.



Na obr.č.27 je uveden graf tažnosti tkaniny č.36 s dostavou 23/22, na kterém lze vidět, že nejvyšších hodnot tažnosti dosahovaly vzorky střižené pod úhlem 30° a 45°. Tento výsledek byl u experimentu realizovaného pomocí české normy. Celkově vyšší tažnost byla naměřena při experimentu bez přídavných třecích prvků.



Na obr.č.28 je uveden graf tažnosti pro tkaninu č.33 s dostavou 23/18. Experiment byl realizován pouze pomocí české normy bez přídatných třecích prvků. Tkanina vykazovala největší tažnost u vzorků střížených pod úhly 45°, 30° a 60°.



Na obr.č.29 je uveden graf tažnosti pro tkaninu č.35 s dostavou 20/19. Experiment byl realizován pouze pomocí české normy bez přídatných třecích prvků. Tkanina vykazovala největší tažnost u vzorků střížených pod úhly 45°, 30° a 60°.

12.1.3 Tahové křivky

Při realizaci experimentu byly dalším výstupem z trhacího přístroje INSTRON tahové křivky. Jejich průběhy byly vloženy do přílohy, která je součástí diplomové práce a je zde uložena pod názvem: příloha B – tahové křivky. Na jednotlivých obrázcích jsou tahové křivky jednotlivých vzorků.

Křivky obsahující v názvu písmeno F značí experiment realizovaný pomocí české normy a písmeno S značí experiment realizovaný pomocí evropské normy. První části křivek znázorňují vyrovnávání tkaniny po spuštění přístroje, dále je vidět průběh namáhání. Vrcholy křivek znázorňují přetr vzorků a klesání křivky znázorňuje uvolňování.

12. Závěr

Jedním ze základních požadavků kladených na tkaninu je schopnost přenášet napětí. Směr namáhání přitom nemusí odpovídat směru osnovy nebo útku. V takových případech je potřeba znát pevnostní a deformační charakteristiky nejen pro hlavní směry, ale rovněž pro jakýkoliv obecný směr v rovině plošné textilie.

Pro tkaniny jsou příznačné velké rozdíly v deformačních vlastnostech při různých směrech namáhání. Toto anizotropní chování vyplývá ze struktury tkanin. Nítě jsou orientovány pouze do dvou vzájemně kolmých směrů a úhel mezi oběma soustavami nití je fixován pouze třecími silami ve vazných bodech. Osnova a útek se navíc často liší především dostavou a jemností.

Upnutí v tuhých čelistech brání příčné kontrakci, což vede k lokálním koncentracím napětí a přetrhům vzorků v čelistech. Vypovídající hodnota experimentu je potom nižší. Aby byly výsledky experimentu reprezentativní a bylo možno je zobecnit, je potřeba omezit působení vnějších vlivů a zajistit rovnocenné podmínky pro tkaniny s různou strukturou. [7]

Zatěžování vzorků v různých směrech má odlišný charakter přetruhu. V hlavních směrech dochází k přetrhům zhruba uprostřed, pro šikmé směry dochází k přetrhům v čelistech, kde se koncentruje napětí.

Náplní diplomové práce bylo zjistit parametry předložených tkanin a experimentálně zjistit vliv směru na jejich pevnost a tažnost. Experimenty byly provedeny dvěma metodami. A to pomocí české normy a evropské normy. Experiment byl realizován u všech tkanin pomocí české normy proto, protože lépe vypovídá o pevnostních a deformačních vlastnostech materiálů namáhaných pod různými úhly. Na základně naměřených hodnot byly posouzeny vlivy parametrů jednotlivých tkanin na zkoumané vlastnosti.

Vyhodnocením výsledků bylo potvrzeno, že nejvyšší tažnost u všech naměřených tkanin byla v diagonálním směru. Nejvyšší pevnost měly vzorky střižené pod úhly 0° a 90° , protože v čelistech byly upnuty všechny osnovní nitě. Nítě s volnými konci byly protaženy méně. Tento jev se nazývá asymetričnost namáhání a způsobuje nerovnoměrnost křivky.

Z grafů vyplývá, že tkaniny s větší dostavou mají větší pevnost. Takové výsledky můžeme vidět na grafu pro tkaninu č.36, u které byla stanovena dostava 23/22. Což znamená, že původní teoretické předpoklady uvedené v této diplomové práci se shodují s naměřenými hodnotami.

Největší tažnost tkaniny byla naměřena u vzorků střižených pod úhlem 45°. Protahání způsobuje zvlnění nitě, smyková deformace. Celkově nejvyšší tažnost byla naměřena u vzorků testovaných pomocí české normy. Experiment realizovaný pomocí české normy lépe vypovídá o pevnostních a deformačních vlastnostech materiálů namáhaných pod různými úhly.

Seznam použité literatury

- [1] KOVAČIČ, V.: *Textilní zkušebnictví II.*, elektronická databáze skript - skripta.ft.tul.cz
- [2] DOSTÁLOVÁ, M.: *Základy textilní a oděvní výroby* - elektronická databáze skript - skripta.ft.tul.cz
- [3] RŮŽIČKOVÁ, D.: *Oděvní materiály*, skriptum TUL, Liberec 2002.
- [4] Otevřená encyklopedie Wikipedie - <http://cs.wikipedia.org/>
- [5] LAZÁROVÁ, M.: *Anizotropie pevnosti a tažnosti tkaniny*. Diplomová práce, Liberec 2009.
- [6] KOVÁŘ, R.: *Struktura a vlastnosti plošných textilií*, TUL 2003.
- [7] PITUCHA, T.: *Anizotropie deformace tkaniny*. Diplomová práce, Liberec 2004.
- [8] Interní norma IN 13-108-01/01.
- [9] EN ISO 13934-1: Determination of maximum force and elongation at maximum force using the strip method.
- [10] Kovář, R. & Dolatabadi, M. K.: Způsob zjišťování mechanických vlastností plošných textilií a zařízení k jeho provádění. Český patent č. 301 314.
- [11] Dílčí projekt: Systém projektování textilních struktur 2.etapa: Tvorba systému projektování „příze – tkanina“MANUÁL
- [12] DRAŠAROVÁ, J.: *Vysocefunkční textilie* – elektronická databáze skript – skripta.ft.tul.cz

Seznam obrázků

Obr.č.1 <i>Dostava osnovy a dostava útku¹</i>	14
Obr.č.2 <i>Tkalcovská lupa¹</i>	15
Obr.č.3 <i>Plátňová vazba, pohled na tkaninu²</i>	18
Obr.č.4 <i>Piercův model vazné vlny⁶</i>	20
Obr.č.5 <i>Upravený Piercův model⁶</i>	20
Obr.č.6 <i>Kempův model vazné vlny</i>	21
Obr.č.7 <i>Model průřezu příze (Neckář)⁶</i>	21
Obr.č.8 <i>Mechanický model tkaniny⁶</i>	22
Obr.č.9 <i>Olofssonův model vazné vlny⁶</i>	23
Obr.č. 10 <i>Tkaní a zkrácení nitě zatkáním¹</i>	23
Obr.č. 11 <i>Zvlnění nití ve tkanině⁶</i>	25
Obr.č.12 <i>Tahové křivky - tkanina, pletenina¹</i>	25
Obr.č. 13 <i>Schéma vazného prvku tkaniny⁶</i>	33
Obr.č.14 <i>Trhací přístroj INSTRON (čelisti bez třecích prvků</i>	35
Obr.č.15 <i>Trhací přístroj INSTRON (čelisti s třecími prvky)</i>	36
Obr.č.16 <i>Obdélníkový vzorek před a po deformaci⁹</i>	38
Obr.č.17 <i>Příklad přípravků s třecími prvky⁹</i>	38
Obr.č.18 <i>Graf pevnosti pro tkaninu č.31</i>	41
Obr.č.19 <i>Graf pevnosti pro tkaninu č.32</i>	42
Obr.č.20 <i>Graf pevnosti pro tkaninu č.34</i>	42
Obr.č.21 <i>Graf pevnosti pro tkaninu č.36</i>	43
Obr.č.22 <i>Graf pevnosti pro tkaninu č.33</i>	43
Obr.č.23 <i>Graf pevnosti pro tkaninu č.35</i>	44
Obr.č.24 <i>Graf tažnosti pro tkaninu č.31</i>	45
Obr.č.25 <i>Graf tažnosti pro tkaninu č.32</i>	46

Obr.č.26 <i>Graf tažnosti pro tkaninu č.34</i>	46
Obr.č.27 <i>Graf tažnosti pro tkaninu č.36</i>	47
Obr.č.28 <i>Graf tažnosti pro tkaninu č.33</i>	47
Obr.č.29 <i>Graf tažnosti pro tkaninu č.35</i>	48

Seznam tabulek

Tab.č.1 Parametry zkoumaných tkanin.....	34
Tab.č.2 Hodnoty průměrných pevností tkanin [N/5cm] – Česká norma	40
Tab.č.3 Hodnoty průměrných pevností tkanin [N/5cm] – Evropská norma.....	41
Tab.č.4 Hodnoty průměrných tažností tkanin [%] – Česká norma.....	44
Tab.č.5 Hodnoty průměrných tažností tkanin [%] – Evropská norma.....	45

Seznam příloh

Příloha A – tabulky naměřených hodnot

Příloha B – tahové křivky